

# Bemalingsstudie

Gent – ArcelorMittal Warmtenet



**Sweco bv/srl** BE0405647664

**Project** Gent – ArcelorMittal Warmtenet  
**Projectnummer** 2711689001.0002  
**Klant** ArcelorMittal  
**Auteur** Erwin Van Mieghem  
**E-mail** Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be  
**Datum** 20/03/2026  
**Gecontroleerd door** Frédéric Van den Ostende  
**Paraaf gecontroleerd**



**Contact** Sweco bv/srl  
Havenkant 8  
B-3000 Leuven  
T +32 (0) 2 383 06 40  
info@swecobelgium.be  
www.swecobelgium.be

# Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	5
2	Gegevensinventarisatie.....	6
2.1	Werkzaamheden.....	6
2.2	Ondergrond.....	7
2.2.1	Minimum grondonderzoek afhankelijk van de categorie van het werk .	7
2.3	Grondwater .....	9
2.4	Oppervlaktewater.....	10
3	Randvoorwaarden.....	11
3.1	Zettingsrisico.....	11
3.2	Potentiële grondwaterverontreiniging .....	12
3.3	Omgevingsanalyse .....	14
3.4	Bemalingscascade.....	14
3.4.1	Stap 1: Beperking volume en debiet .....	14
3.4.2	Stap 2: Nuttig gebruik bemalingswater.....	15
3.4.3	Stap 3 en 4: Lozen in een waterloop of regenwaterafvoer + lozen in riool .....	15
3.5	Bemalingsconcept.....	15
4	Bemalingsberekening.....	16
4.1	Methode .....	16
4.2	Resultaten.....	20
5	Effect op de omgeving .....	22
5.1	Bijzondere beschermde gebieden .....	22
5.1.1	Biologische waarderingskaart .....	22
5.2	Oppervlaktewater.....	23
5.3	Schade aan landbouwproductie .....	24
5.4	Bodemverontreiniging.....	24
5.4.1	OVAM-dossiers .....	24
5.4.2	PFAS no regret zones .....	26
5.5	Verziltingskaart .....	27
5.6	Zettingsrisico.....	27
6	Monitoring.....	28
7	Vergunning en milieubeoordeling .....	29
8	Conclusie.....	31
	Referenties .....	32
	Bijlagen.....	33

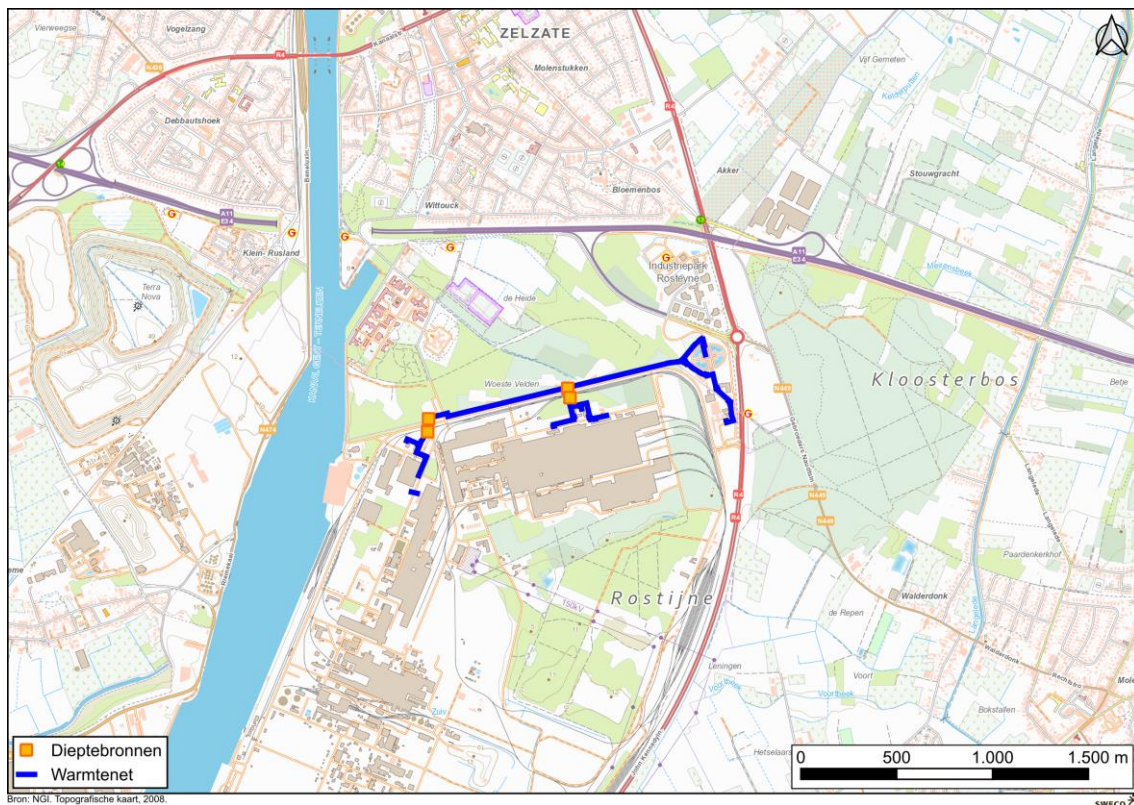
***Disclaimer bij de bemalingsnota***

Alle eventueel aangenomen parameters in de bijlagen zijn louter indicatief en hebben geen effect op de parameters aangenomen in de bemalingsnota zelf. De parameters in deze bemalingsnota worden ingeschat op basis van het grondonderzoek en eventuele gebiedskennis waardoor ze gebruikt kunnen worden voor bemalingsberekeningen. De bemalingsnota wordt opgesteld op basis van de beschikbare gegevens. Om een betere inschatting van de doorlatendheid te verkrijgen, dient een pomproef of proefbemaling te gebeuren.

# 1 Inleiding

Er worden werken gepland voor de aanleg van een warmtenet op het domein van ArcelorMittal te Gent (Figuur 1). Tijdens de werkzaamheden is bronbemaling noodzakelijk om in den droge te kunnen werken. De doelstelling van deze bemalingsnota is als volgt:

- Inzicht geven in het te verwachten **bemalingsdebiet**;
- Inschatten van de **effecten** van de bemaling op de omgeving;
- Onderbouwing voor het aanvragen van de **noodzakelijke vergunning** of verrichten van de meldingsplicht;
- Het vormen van een **basis** voor het op te stellen **bemalingsplan** door de aannemer.



Figuur 1: Situering van de geplande werken

In hoofdstukken 2 en 3 worden de gebruikte uitgangspunten, de beschikbare geohydrologische gegevens en randvoorwaarden beschreven. In hoofdstuk 4 wordt de berekening van het benodigde bemalingsdebiet en grondwaterstandsverlaging uiteengezet. Hoofdstuk 5 bespreekt mogelijke effecten van de bemaling op de omgeving. Hoofdstuk 6 bespreekt de monitoring. Hoofdstuk 7 gaat in op de vergunningsplicht en noodzaak voor milieubeoordeling. Conclusies en aanbevelingen worden gegeven in hoofdstuk 8. Deze studie is opgesteld volgens de “Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu 2021” gepubliceerd door de VMM [1].

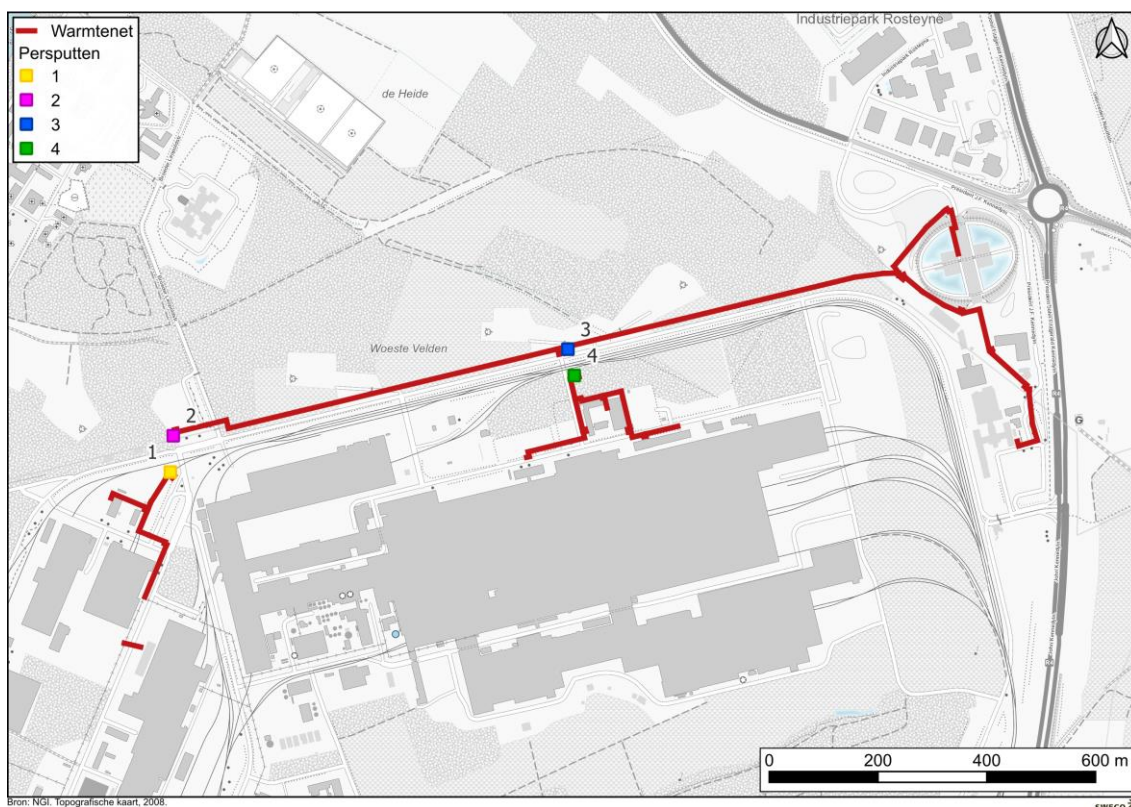
## 2 Gegevensinventarisatie

### 2.1 Werkzaamheden

De werkzaamheden bestaan uit ca. 3.330 m sleufbemaling met een variabele diepte (Figuur 2). Het bemalingspeil van de leidingen t.o.v. het maaiveld is minimaal 1,21 m-mv en maximaal 7,11 m-mv (+8,95 tot +1,35 mTAW), er dient bemaald te worden tot 0,8 m onder het vloei-peil van de riolering (0,5 m onder het uitgravingspeil van de sleuven). Het maaiveld binnen het projectgebied varieert tussen ca. +7,86 en +11,07 mTAW. Het ontwerp van de verschillende strengen met bijhorende peilen is terug te vinden in bijlage. Tevens dienen er ook enkele bouwputconstructies gerealiseerd te worden waarvan de dimensies weergegeven worden in Tabel 1.

Tabel 1: Dimensies bouwputten

Bouwput	Afmetingen (m x m)	Maaiveldpeil (mTAW)	Bemalingspeil (mTAW)	Bemalingspeil (m-mv)
1	7 x 6	+8,49	+1,68	6,81
2	7 x 9	+8,45	+1,68	6,77
3	5 x 6	+8,16	+1,65	6,51
4	5 x 9	+8,16	+1,65	6,51



Figuur 2: Situering van de geplande werken

## 2.2 Ondergrond

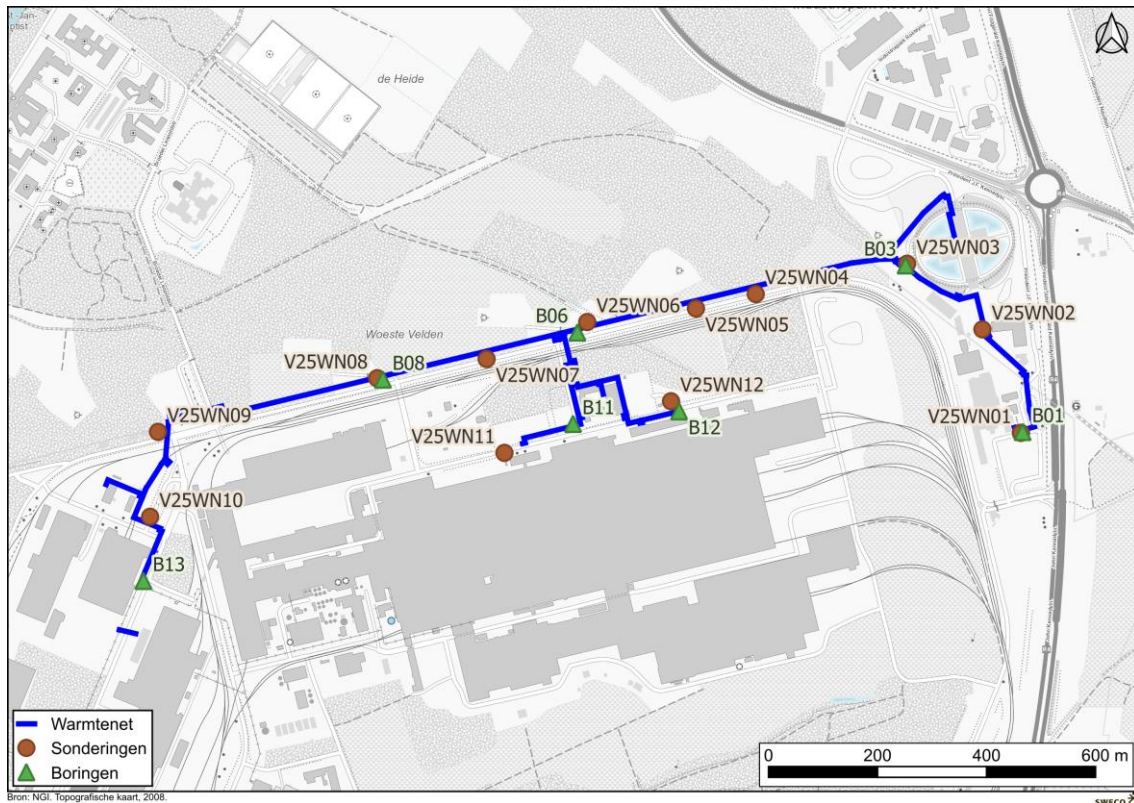
Ter hoogte van dit werk werd grondonderzoek uitgevoerd door Geosonda bestaande uit 6 sonderingen en 6 boringen waarvan 3 tot peilbuis werden omgevormd (Figuur 3). De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in rapport 2025-01122. Deze gegevens worden aangevuld met beschikbare data op DOV.

Uit dit onderzoek kan men concluderen dat de ondergrond is opgebouwd uit een afwisseling van Pleistocene afzettingen (A0100: Quartaire Aquifersystemen) met een dikte van ca. 20 m, bestaande uit klei, zand, grind. Hieronder ligt de Formatie van Maldegem (A0500: Bartoon Aquitardsysteem) met een dikte van ca. 40 m, die voornamelijk bestaat uit klei en zand met glauconiet.

### 2.2.1 Minimum grondonderzoek afhankelijk van de categorie van het werk

Voor elk bemalingsproject dient ter plaatse een grondonderzoek te worden uitgevoerd. Dit grondonderzoek is noodzakelijk om een beeld te verkrijgen van de lokale grondopbouw. Reeds beschikbare data in de nabije omgeving van het perceel (bv. via DOV) maken onderdeel uit van het vooronderzoek en kunnen dus **niet** gebruikt worden om invulling te geven aan het minimaal grondonderzoek. Het aantal en de aard van de proeven worden bepaald in functie van de categorie van het werk. Deze categorie houdt rekening met de impact en het risico van de bemaling. In elk geval zal een minimaal grondonderzoek worden voorzien van 3 (elektrische) sonderingen en het plaatsen en opmeten van 1 peilbuis per watervoerende laag (dit stemt overeen met het vereiste grondonderzoek voor categorie 0).

De geplande werken vallen onder categorie 3 (Tabel 2), waardoor er minimaal 17 sonderingen, 17 boringen en 9 peilbuizen voorzien moeten worden op de geplande site om aan de richtlijnen te voldoen. Gezien de goede spreiding van het grondonderzoek binnen het projectgebied voldoet de huidige hoeveelheid grondonderzoek om een duidelijk beeld te kunnen vormen van de ondergrond.



Figuur 3: Beschikbaar grondonderzoek in het projectgebied

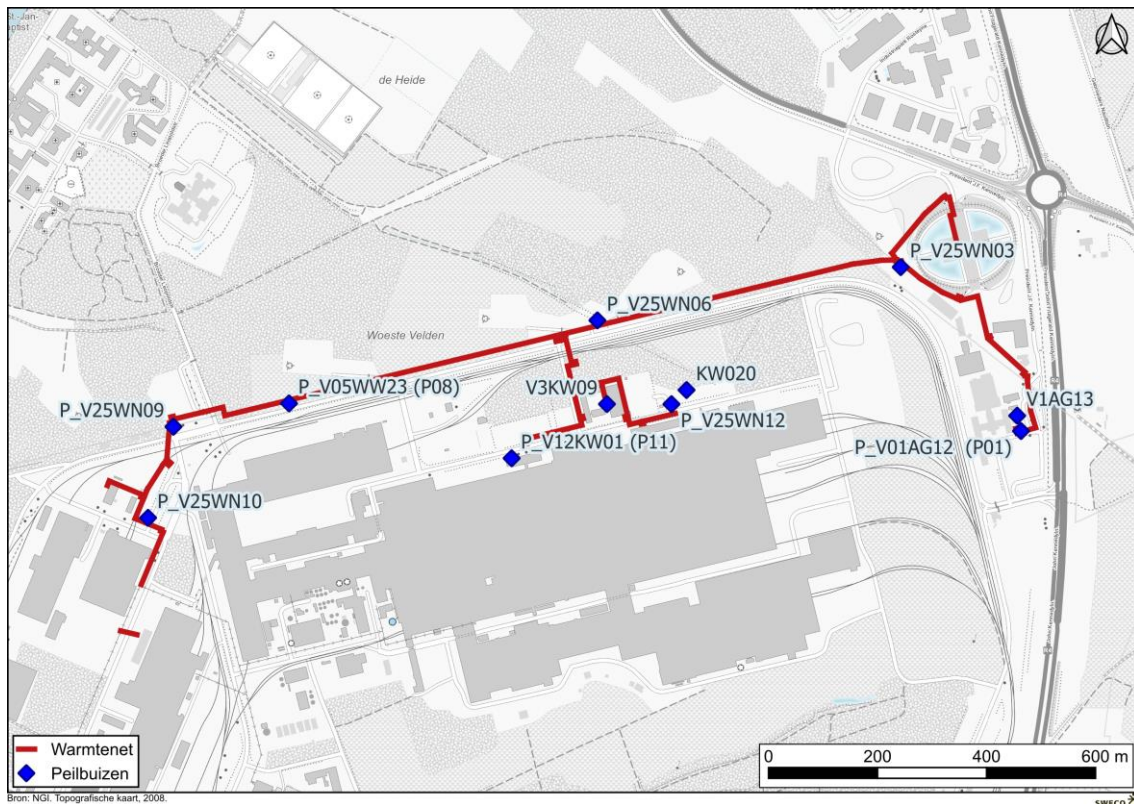
Tabel 2: Bepaling categorie en minimaal grondonderzoek

Omschrijving	Criteria	Waarde
<b>Grondlagenopbouw</b>	Mogelijke aanwezigheid of het vermoeden van de aanwezigheid van slappe klei EN aanvullingen	2
<b>Bemaalbaarheid van de ondergrond</b>	Afwisseling van watervoerende grondlagen met hoge en lage doorlatendheid	3
<b>Afmalingsdiepte</b>	Grondwaterverlaging ten opzichte van grondwaterstand in rust > 6m	3
<b>Risico op schade aan constructies</b>	Constructies binnen een afstand < 20m	4
<b>Bemalingsduur</b>	Bemalingsduur > 6 maanden	2
		<b>14</b>

Categorie 3: 13 tot 15	
<b>CPTs</b>	Afhankelijk van de voorstudie, minimaal 3 waarbij er en minimaal 1 om de 200 m geplaatst wordt voor lineaire bemaling of minimaal 1 per 500 m <sup>2</sup> voor tweedimensionale bemaling
<b>Peilbuizen</b>	Afhankelijk van de voorstudie, minimaal 1 per watervoerende laag waarbij er minimaal 1 om de 400 m geplaatst wordt voor lineaire bemaling en minimaal 1 per 1250 m <sup>2</sup> voor tweedimensionale bemalingen
<b>Boringen</b>	Minimaal 1
<b>Pompproeven</b>	Afhankelijk van de ontwerper

## 2.3 Grondwater

In het beschikbare grondonderzoek zijn 8 peilbuizen geplaatst, die aan de hand van een logger continu bemeaten werden in de periode van 6 november 2025 tot 8 februari 2026 (Figuur 4).



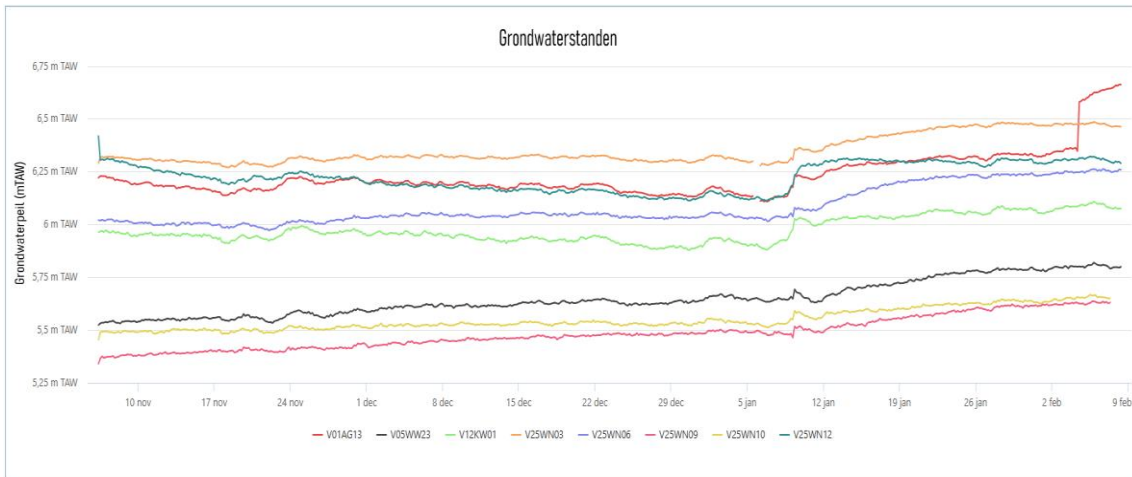
Figuur 4: Beschikbare peilbuizen in het projectgebied

De maximale gemeten waarden liggen tussen ca. +5,63 en +6,56 mTAW (Tabel 3). De tijdsreeks van de metingen wordt weergegeven in Figuur 5.

Volgens de historische grondwaterstandindicator van DOV representeert de periode van 6 november 2025 tot eind januari 2026 een overwegend droog tot onder normaal karakter. In die maanden werden namelijk lage tot zeer lage grondwaterstanden opgemeten in vergelijking met wat gebruikelijk is voor die tijd van het jaar. Bijgevolg werd een **marge van 1 m** toegevoegd aan de maximaal gemeten grondwaterstanden om een conservatieve worst-case inschatting te bekomen.

Tabel 3: Gemeten grondwaterstanden

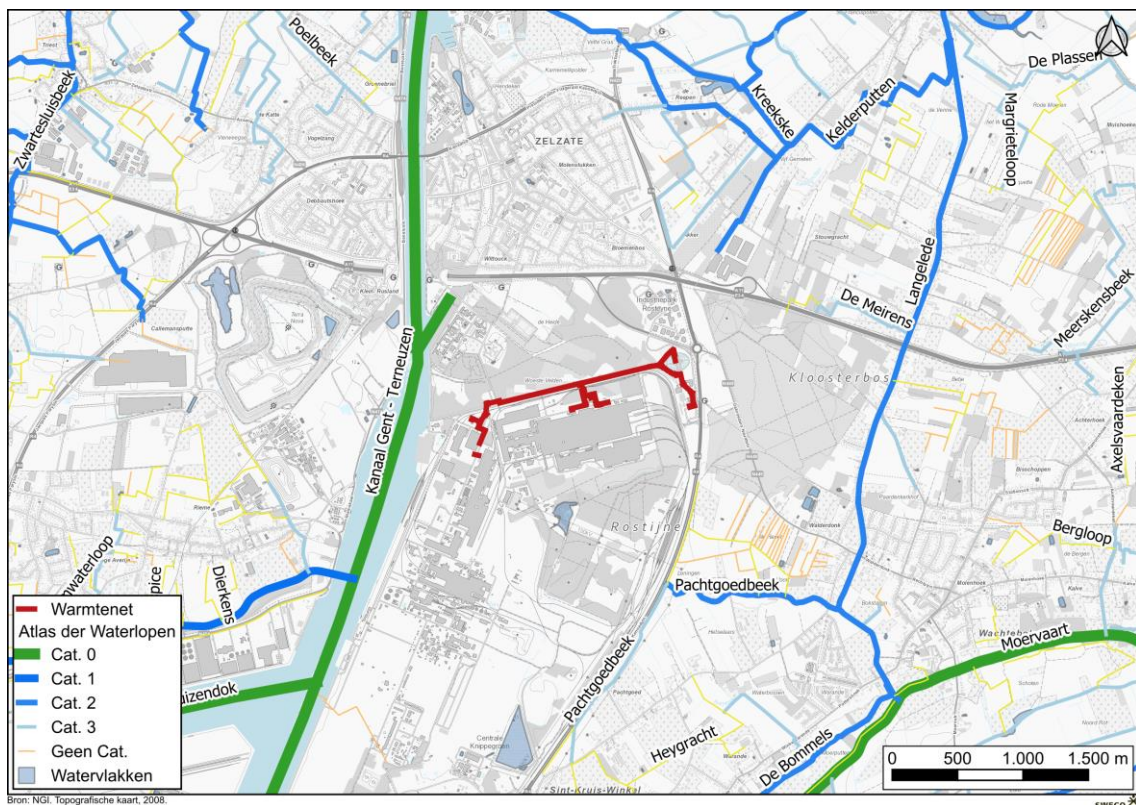
Peilbuis	Minimale grondwaterstand (mTAW)	Minimale grondwaterstand (m-mv)	Maximale grondwaterstand (mTAW)	Maximale grondwaterstand (m-mv)	Variatie (m)
V01AG13	+5,90	2,61	+6,35	2,17	0,45
V25WN03	+6,26	3,48	+6,49	3,25	0,23
V25WN06	+5,97	2,51	+6,25	2,23	0,28
V05WW23	+5,52	2,56	+5,80	2,28	0,28
V25WN09	+5,32	3,04	+5,63	2,73	0,31
V25WN10	+5,08	3,23	+5,66	2,66	0,58
V12KW01	+5,87	2,75	+6,09	2,52	0,22
V25WN12	+6,11	2,39	+6,56	1,94	0,45



Figuur 5: Grafiek van de grondwatermetingen doorheen de tijd

## 2.4 Oppervlaktewater

Figuur 6 geeft een overzicht van het aanwezige oppervlaktewater nabij de projectzone. Ten westen van de werken ligt het kanaal Gent – Terneuzen (categorie 0) op ca. 330 m afstand. Daarnaast stroomt de Moervaart ten zuiden van het projectgebied op ca. 2,7 km afstand. Verder stromen verschillende waterlopen van tweede categorie langs het project: de Langelede (op ca. 1,4 km), Kreekske en de Kelderputten (op ca. 840 m). Tussen deze waterlopen liggen verschillende grachten die niet gecategoriseerd zijn.



Figuur 6: Situering van oppervlaktewater nabij de projectzone

## 3 Randvoorwaarden

In dit hoofdstuk zullen de randvoorwaarden besproken worden die relevant zijn voor een bemalingsconcept op te stellen. Op basis van deze screening wordt de bemalingsmethode en de methode van berekening bepaald.

### 3.1 Zettingsrisico

Door de verandering in korrelspanning, ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot onder de laagst gemeten waarde ooit, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de **bodemopbouw** (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de **grondwaterstandsverlaging**, de **duur** van de bemaling, de **afstand** tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

Zettingen ten gevolge van een toename van de effectieve korrelspanning kunnen berekend worden op basis van beschikbare sondeergegevens door middel van de samendrukkingswet van Terzaghi [2]:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{C} \times \ln \frac{\sigma' + \Delta\sigma'}{\sigma'}$$

Met  $\Delta h$  de samendrukking van de grond over een hoogte  $h$  bij een spanningstoename  $\Delta\sigma'$ ,  $h$  de hoogte van waarover de samendrukking berekend wordt,  $\sigma'$  de heersende korrelspanning voor aanbrengen van belasting  $\Delta\sigma'$ ,  $\Delta\sigma'$  de spanningstoename,  $C$  de samendrukkingsconstante ( $C = \alpha \times \frac{q_c}{\sigma'}$ ),  $\alpha$  de sangleratcoëfficiënt (afhankelijk van de grondsoort) en  $q_c$  de conusweerstand.

Enkel de grondlagen waar een grondwaterdaling te verwachten is, dienen meegenomen te worden in de zettingsberekening. M.a.w. een bemaling die uitgevoerd wordt boven een significante kleilaag (bijvoorbeeld Formatie van Boom) zal een verwaarloosbare grondwaterverlaging creëren in de klei. De zettingsberekening stopt dan op de top van deze laag. Zettingen worden berekend tot waar de samendrukking significant is, zijnde tot waar de toename in effectieve spanning  $\Delta\sigma'$  meer dan 10% van  $\sigma'$  bedraagt [2].

De samendrukkingsconstante  $C$  in de formule van Terzaghi mag gewijzigd worden door een herbelastingsconstante  $A$  zolang de optredende verticale korrelspanning op een punt lager is dan die in het verleden geweest is. De verticale korrelspanning kan in het verleden hoger geweest zijn door:

- een geologische voorbelasting: dit is enkel van toepassing op Tertiaire grondlagen waarop voorheen een dik pakket grond gelegen heeft dat in het verloop der geologische tijden weg geërodeerd is;
- grondwaterverlagingen welke zich in het verleden reeds hebben voorgedaan (bv. seizoenale grondwatervariaties of eerdere bemalingen).

Op basis van literatuurwaarden en na overleg met WTCB kan gesteld worden dat:

- $A = 1 \times C$  voor veen;
- $A = 3 \times C$  voor kleiige lagen;
- $A = 4 \times C$  voor lemige lagen;
- $A = 8 \times C$  voor zandige lagen.

Het effect van een zekere voorbelasting van de grond is vaak aanzienlijk in de berekende zettingen. Het is dus van belang dat dit wordt meegenomen in de berekeningen.

De resultaten van de zettingsberekeningen ter hoogte van de bemaling zijn terug te vinden in Tabel 4. Ter hoogte van sondering S06 wordt de zettingsnorm van 20 mm overschreden. Op basis van de sondeergegevens mag het grondwater maximaal zakken tot peil +4,50 mTAW om geen risico op zettingen ten gevolge van de bemaling te bekomen. In §5.6 zal besproken worden hoeveel de zettingen ter hoogte van derden bedraagt door de berekende grondwaterverlaging.

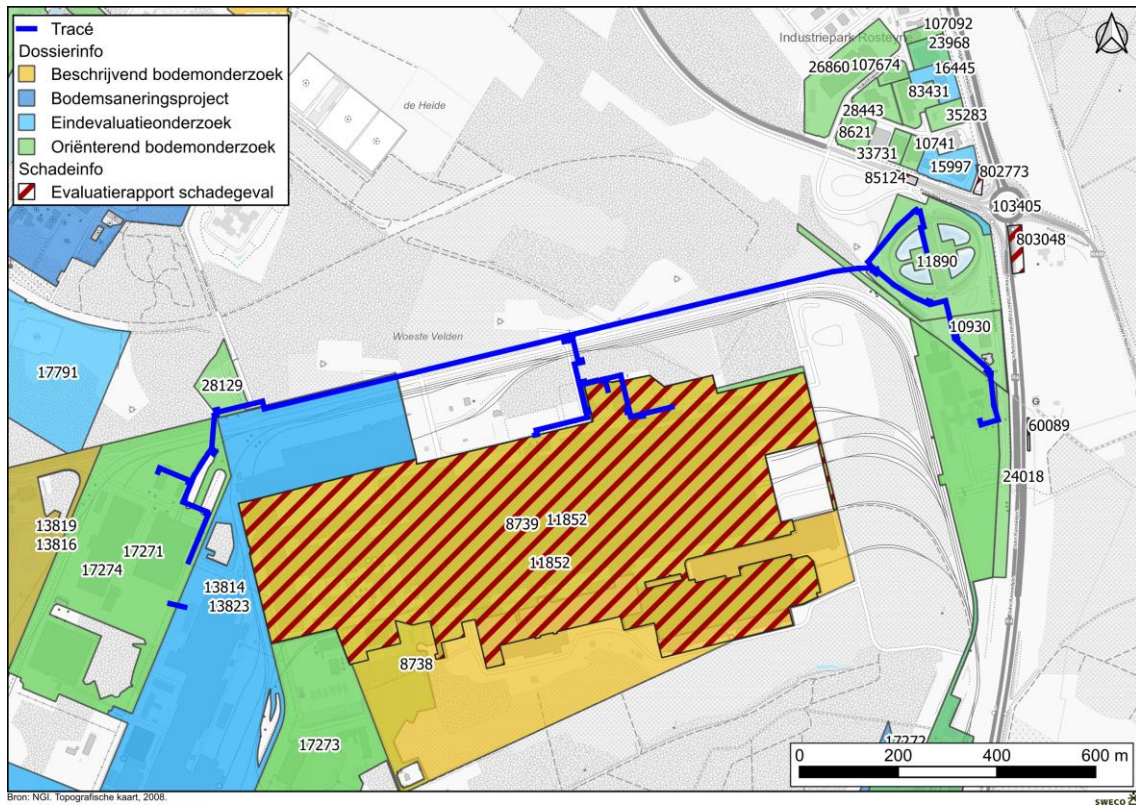
Tabel 4: Resultaten zettingsberekeningen

Sondering	Maaiveld (mTAW)	Grondwaterpeil (mTAW)	Bemalingspeil (mTAW)	Zetting t.h.v. bemaling (mm)
<b>S09</b> (V25WN09)	+8,50	+5,30	+1,00	0,9
<b>S06</b> (V25WN06)	+8,50	+6,30	+1,00	<b>82,1</b>

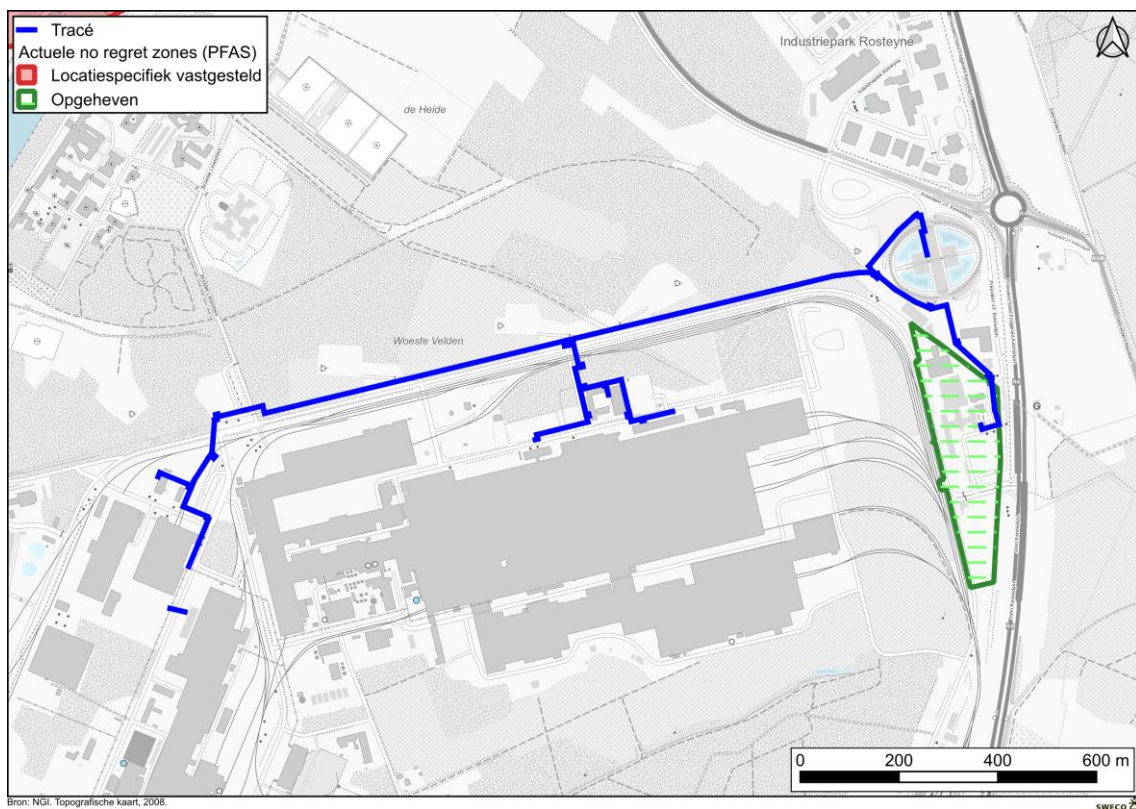
## 3.2 Potentiële grondwaterverontreiniging

Grondwaterverontreinigingen kunnen op twee manieren door de bemaling beïnvloed worden. In eerste instantie is het mogelijk dat een grondwaterverontreiniging via de bemalingsinstallatie opgepompt wordt en anderzijds is het mogelijk dat een grondwaterverontreiniging door de bemaling verplaatst wordt. De mogelijke onttrekking of significante verplaatsing van een verontreiniging kan nagegaan worden na de bemalingsberekening, maar **een eerste risicozone** kan al in rekening genomen worden. In eerste instantie wordt er voor het oppompen van een verontreiniging rekening gehouden met een onttrekkingszone van 50 m en voor het mogelijk significant verplaatsen van een verontreiniging binnen een zone van 200 m (Figuur 7). De OVAM-dossiers (id: **8739, 10930, 11852, 11890, 13814, 13823, 15997, 17271, 17274, 24018, 28129 en 85124**), die zich binnen de onttrekkingszone van 50 m van de bemaling bevinden, dienen sowieso opgevraagd te worden om een beeld te krijgen van de kwaliteit van het bemalingswater.

Verder kan het risico op PFAS verontreiniging getoetst worden met de actuele no regret zones. Deze zones geven weer waar actuele no regret-maatregelen gelden. Indien screening of verkennend onderzoek concludeert dat er geen risico op PFAS verontreiniging is, worden de preventieve maatregelen opgeheven. Binnen de zone van 200 m ligt een opgeheven no regret zone sinds 2023 (Figuur 8).



Figuur 7: OVAM-dossiers in de buurt van de bemaling [3]



Figuur 8: PFAS no-regret zones in de buurt van de bemaling [4]

### 3.3 Omgevingsanalyse

Er zijn verschillende omgevingsfactoren waarbij rekening gehouden dient te worden bij het opstellen van een bemalingsconcept. Indien de bemaling invloed heeft op deze gebieden, heeft dit een invloed op de klasse van de omgevingsvergunning en de nood naar bijkomende studies. Bij het opstellen van een bemalingsconcept wordt er initieel rekening gehouden met **een aandachtszone van 750 m rond de bemaling** zoals beschreven in de Richtlijnen bemalingen [1]. Er liggen geen relevante beschermde gebieden in de buurt van de bemaling.

### 3.4 Bemalingscascade

Om de impact van de bemaling te beperken, heeft de VMM de bemalingscascade uitgewerkt. De bemalingscascade uit vier verschillende stappen (Figuur 9), conform de code van goede praktijk en VLAREM artikel 5.53.6.1.1.



Figuur 9: Schema bemalingscascade

#### 3.4.1 Stap 1: Beperking volume en debiet

In eerste instantie werd er geopperd op de bemalingsfasering zo efficiënt mogelijk op te stellen zodat de duur, en dus ook het opgepompte debiet, beperkt wordt. In het ontwerp zijn, waar mogelijk, de dieptes van de uitgravingen beperkt zodoende er zo weinig mogelijk bemaling nodig is.

Om niet dieper te bemalen dan noodzakelijk zal er een automatische sturing voorzien worden op de bemalingsinstallatie.

#### *Retourbemaling onder druk*

Bij retourbemaling wordt het bemalingswater dat wordt opgepompt terug in de ondergrond gebracht. In Vlaanderen is dit alleen toegestaan in **dezelfde watervoerende laag**, en bovendien mag het water **niet verontreinigd** zijn. In het geval van zilt bemalingswater dient het water te worden ingebracht in een laag met dezelfde of een hogere saliniteit.

Bij retour onder druk wordt het grondwater opgepompt via dieptebronnen en via retourputten terug in de ondergrond gebracht. Aangezien de redoxtoestand van het grondwater een belangrijke factor is in de grondwaterchemie mogen er geen oxiderende bestanddelen in de ondergrond gebracht worden waardoor het water onbelucht geretourneerd moet worden.

Gezien de kwaliteit van het grondwater is het niet mogelijk om retourbemaling onder druk uit te voeren.

## Infiltratie

Infiltratie kan enkel toegepast worden met bemalingswater uit het freatische grondwaterpakket. Via deze soort retourbemaling wordt het bemalingswater **gravitair** de ondergrond in gebracht via de onverzadigde zone. Dit kan via bekkens, grachten, onverzadigde putten of andere infiltratievoorzieningen. Grachten die verbonden met het hydrografisch netwerk zullen enkel infiltreren indien ze tijdens de uitvoering van de werken afgedamd worden zodat het water kan infiltreren.

Infiltratie is theoretisch mogelijk mits het verkrijgen van een afwijking, maar lijkt in de praktijk weinig haalbaar gezien de overwegend verharde omgeving en het bosgebied binnen een straal van 500 m. Dit wordt verder onderzocht in het kader van het grondwateronderzoek. In elk geval is bij infiltratie een afwijking op de PFAS-normen vereist.

Het bemalingseffluent wordt geloosd op de interne riolering (riool 10), die tevens wordt gebruikt als proceswater (cascade stap 2 – hergebruik). Via spuien komt het effluent uiteindelijk in het kanaal terecht. Voor verschillende parameters gelden reeds lozingsnormen in de bestaande lozingsvergunning, waaraan wordt voldaan, maar PFAS is hierin niet opgenomen.

### 3.4.2 Stap 2: Nuttig gebruik bemalingswater

Er bestaat ook de mogelijkheid om opgepompt water beschikbaar te stellen voor hergebruik. Dit is vooral nuttig tijdens droge periodes, wanneer de vraag naar water door derden hoog is. Voor elke werf moet worden bekeken op welke manier het water beschikbaar kan worden gesteld. De kwaliteit van het opgepompte grondwater bepaalt of hergebruik van het bemalingswater mogelijk is (zie het grondwateronderzoek). Indien de werf voldoende ruimte heeft om het opgepompte water gebufferd af te voeren en de waterkwaliteit geschikt is, wordt hergebruik aanbevolen. Dit mag echter geen hinder veroorzaken.

### 3.4.3 Stap 3 en 4: Lozen in een waterloop of regenwaterafvoer + lozen in riool

Het (overige) bemalingswater dat niet terug in de ondergrond kan gebracht worden en niet nuttig gebruikt kan worden, dient geloosd te worden. Indien er binnen 200 m van de bemalingswerken een oppervlaktewaterlichaam of een kunstmatige afvoer voor hemelwater (RWA) aanwezig is, mag er niet op een gemend riool of DWA geloosd worden. Ook bij hogere debieten is het vaak niet toegestaan om op DWA of gemengd stelsel te lozen en zal er binnen een grotere afstand naar een oppervlaktewaterlichaam of een kunstmatige afvoer voor hemelwater (RWA) gekeken moeten worden. Zowel voor het lozen op oppervlaktewaterlichaam, een kunstmatige afvoer voor hemelwater (RWA), DWA of gemend stelsel dient er rekening gehouden te worden met de geldende kwaliteitsnormen. Dit wordt verder behandeld in het grondwateronderzoek.

Het Kanaal Gent-Terneuzen ligt het dichtstbij de werken en is, indien de waterkwaliteit voldoet, een mogelijk lozingspunt. De kwaliteit van het bemalingswater wordt besproken in het grondwateronderzoek om het precieze lozingspunt te bepalen.

## 3.5 Bemalingsconcept

Op basis van de geologie, de grondwaterstand en randvoorwaarden wordt het volgende bemalingsconcept voorgesteld:

- Er is bemaling nodig over het hele traject;
- Er worden verticale filters met een lengte van 10 m voorzien langsheen de sleuf en dieptebronnen van 15 m ter hoogte van de persputten;
- Gezien de kwaliteit van het grondwater is het niet mogelijk om retourbemaling onder druk uit te voeren;
- De bemaling wordt gesimuleerd voor 207 dagen.

## 4 Bemalingsberekening

### 4.1 Methode

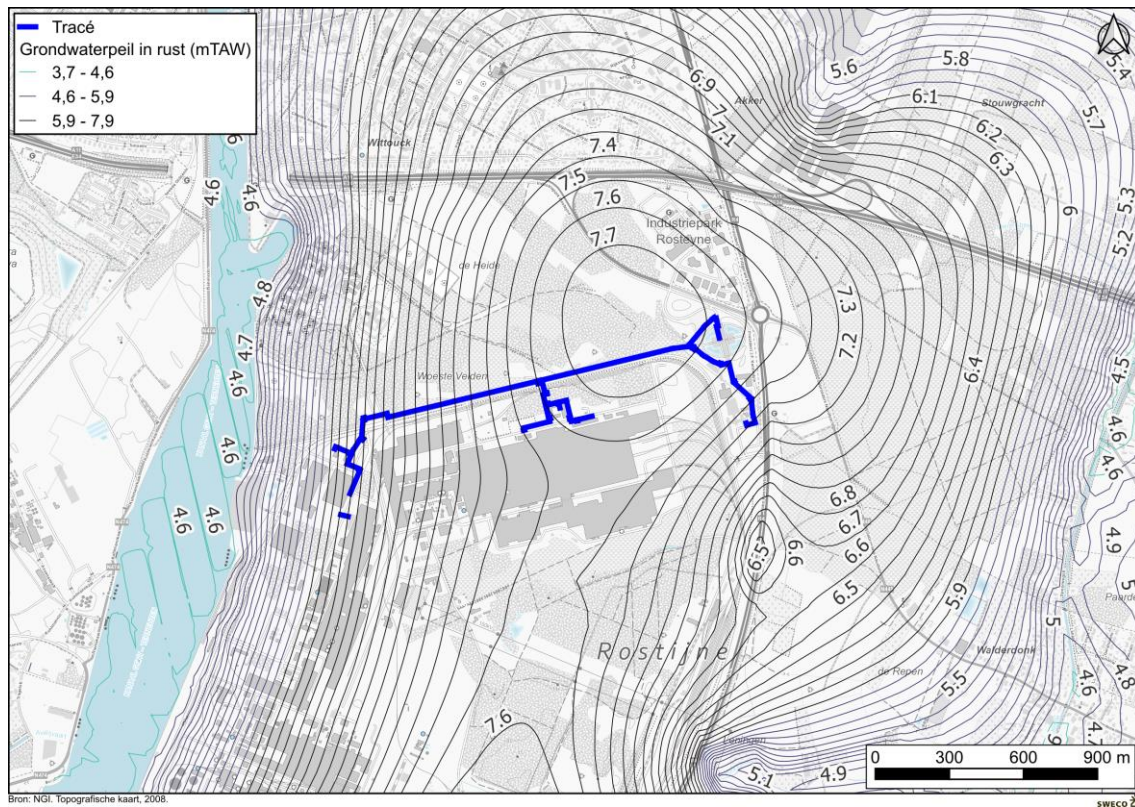
Het grondwatermodel wordt opgesteld met MODFLOW-NWT, de eindige verschillen methode van de USGS, via het softwarepakket GMS 10.8. Voor deze studie wordt een model met 9 lagen gemaakt. De lagen zijn gekozen op basis van de geologie en diepte van de bemalingselementen. De hydrogeologische parameters die gebruikt zijn voor de lagen, zijn weergegeven in Tabel 5. De basis van het model wordt op -24 mTAW gelegd om de onderlopende voeding nog mee in rekening te brengen. De grootte van de cellen is 128 m x 128 m en zijn verfijnd tot cellen van 4 m x 4 m ter hoogte van de bemalingssite. De verfijning van de cellen is gradueel toegepast zodat de celgrootte tussen twee aangrenzende cellen niet meer dan factor 2 verschilt. Op basis van het DHM ligt het maaiveld tussen +7,77 en +10,01 mTAW.

Tabel 5: Hydrogeologische parameters van de lagen in het model

Laag	Lithologie	Formatie	Onderkant laag (mTAW)	$K_h$ (m/dag)	Verticale anisotropie	Specific storage ( $m^{-1}$ )	Specific Yield
1	Fijn zand met silt (leemhoudend)	Pleistocene afzettingen	+4,0	6	5	1,00E-03	0,2
2	Zand		+1,0	8	3	1,00E-04	
3			-1,5				
4			-4,5				
5	Leem/leemhoudend zand		-6,5	0,5	10	1,50E-02	0,1
6			-9,0	2	10		
7	Zand		-14,0	8	3	1,00E-04	0,2
8	Klei	Maldegem (Lid van Onderdijke)	-18,0	1	5	1,50E-02	0,1
9	Zand	Maldegem (Lid van Buisputten)	-24,0	8	3	1,00E-04	0,2

Voor de *initiële grondwaterstand* wordt een grondwaterkaart gemaakt door interpolatie. Hiervoor worden de metingen uit de peilbuizen uit het beschikbare grondonderzoek gebruikt. Deze metingen worden aangevuld met peilbuisdata van DOV. De grondwatervoeding wordt ingegeven met het *Recharge* package. De grondwatervoeding is geïnterpoleerd uit de gegevens van grondwatervoeding uit het WetSpass model van de VUB [7]. De voeding ligt hier tussen 0 en 310 mm/jaar. Het *River* package werd gebruikt om de waterlopen te implementeren in het model. De waterpeilen zijn afgeleid uit data op waterinfo.be [8]. Het Kanaal Gent-Terneuzen heeft een waterpeil van +4,5 mTAW en een diepte van ca. 12,5 m. Voor de waterlopen waar geen meetpunten beschikbaar zijn, wordt het peil geschat op basis van het DHMII. Het model is eerst in stationaire toestand gerund om een rusttoestand te definiëren (Figuur 10).

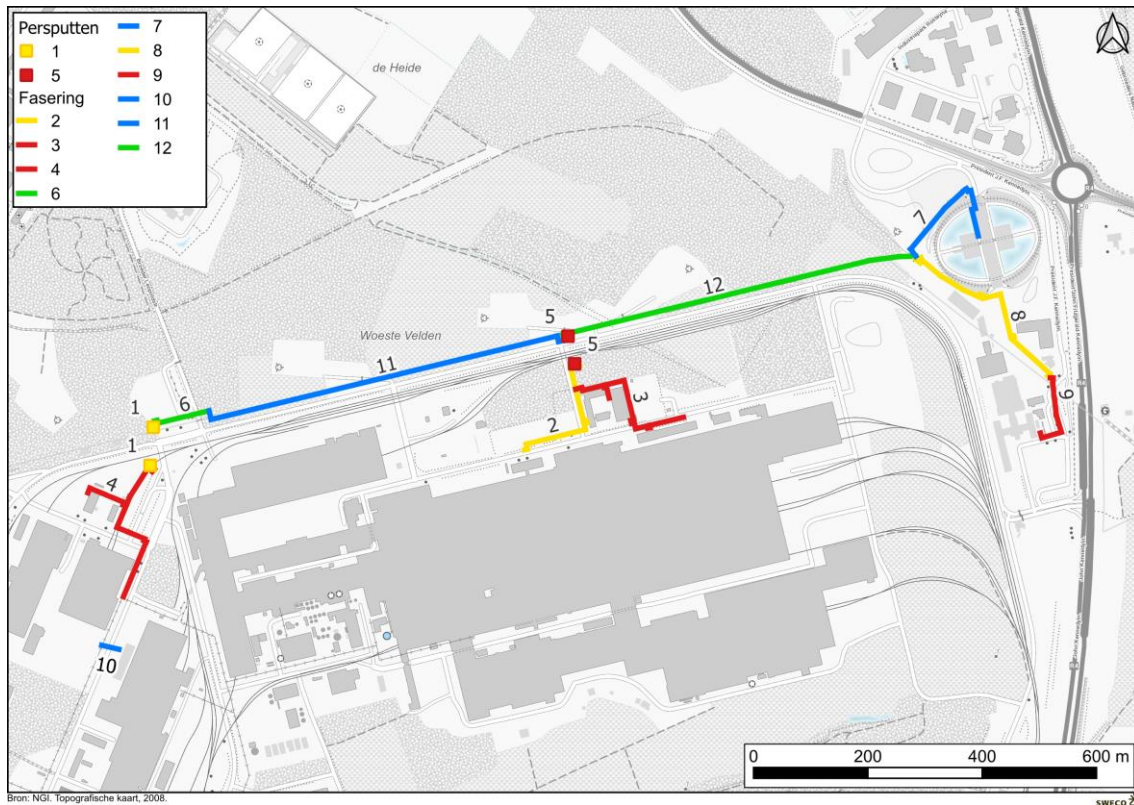
De resultaten van deze run zijn dan als beginwaarden gebruikt in het tijdsafhankelijk model met de bemaling om zo de werkelijke verlagingcontouren te kunnen bepalen.



Figuur 10: Initiële stijghoogte voor de modellering

De bemaling wordt met het *drain* package gesimuleerd. Voor de bemaling van het warmtenet wordt uitgegaan van verticale filters van 10 m diep en voor de diepere bouwputten van dieptebronnen tot 15 m diep.

De bemaling wordt voor 207 dagen berekend en de werken worden opgedeeld in 12 fasen (Figuur 11). De duurtijd en lengte van elke fase is weergegeven in Tabel 6.



Figuur 11: Opstelling van de bemalingsinstallatie

Tabel 6: Fasering van de bemaling

Hoofdfase	Fase	Lengte (m)	Duurtijd (dagen)	Start (dag)	Eind (dag)
1	1	persing	35	1	36
	2	287	25	1	26
2	3	200	20	26	46
3	4	369	29	37	66
4	5	persing	29	47	76
5	6	71	14	66	80
6	7	285	20	83	103
	8	333	27	83	110
7	9	183	20	110	130
	10	50	13	110	123
8	11	675	39	130	169
9	12	650	38	169	207

### **Disclaimer bij de modelresultaten**

Bij de interpretatie van de modelresultaten, dient met het volgende rekening gehouden worden. De bemaling wordt tijdsafhankelijk berekend, maar de berekening houdt enkel rekening met de hoogste grondwaterstand voor de volledige duur van de werken. Aangezien de werken uitgevoerd zullen worden over een periode van 207 dagen, zal de grondwaterstand tijdens de werken variëren. De jaarlijkse variatie van de grondwaterstanden bedraagt 0,2 à 1 m ter hoogte van de werken, waardoor er, afhankelijk van de uitvoeringsperiode, minder water verpompt zal moeten worden wat resulteert in een lager bemalingsdebiet en een beperktere invloedstraal. Binnen de berekeningen wordt ook rekening gehouden met een worst-case aanname van bemalingsduur. Dit heeft samen tot gevolg dat de gemodelleerde verlagingen, bemalingsdebieten en -volumes een **overschatting** geven van de werkelijkheid.

Het grondwatermodel wordt opgebouwd met lokaal grondonderzoek (peilmetingen, grondopbouw, ...) in de directe omgeving van het projectgebied. Bij de modelberekeningen wordt een kalibratie van de hydrologische parameters uitgevoerd, met als streefdoel een zo klein mogelijk verschil tussen de gemeten en gemodelleerde grondwaterpeilen. Binnen de beperkte kalibratie van de modelresultaten wordt enkel binnen deze zone rekening gehouden, waardoor er een onzekerheid ontstaat op de validiteit van de modelresultaten die toeneemt naarmate de afstand t.o.v. het projectgebied vergroot. Op basis van deze berekeningsmethode wordt gesteld dat op de buitenste verlagingscontouren (0,05 m en 0,1 m) een grote onzekerheid is, en de meest betrouwbare verlagingen te nemen zijn vanaf 0,25 – 0,5 m. Deze verlagingscontouren vormen in deze context een meer gepaste begrenzing van de zone waarbinnen er een noemenswaardige invloed van de bemaling te verwachten is. Bij de effectenbespreking worden voor de volledigheid beide contouren weergegeven.

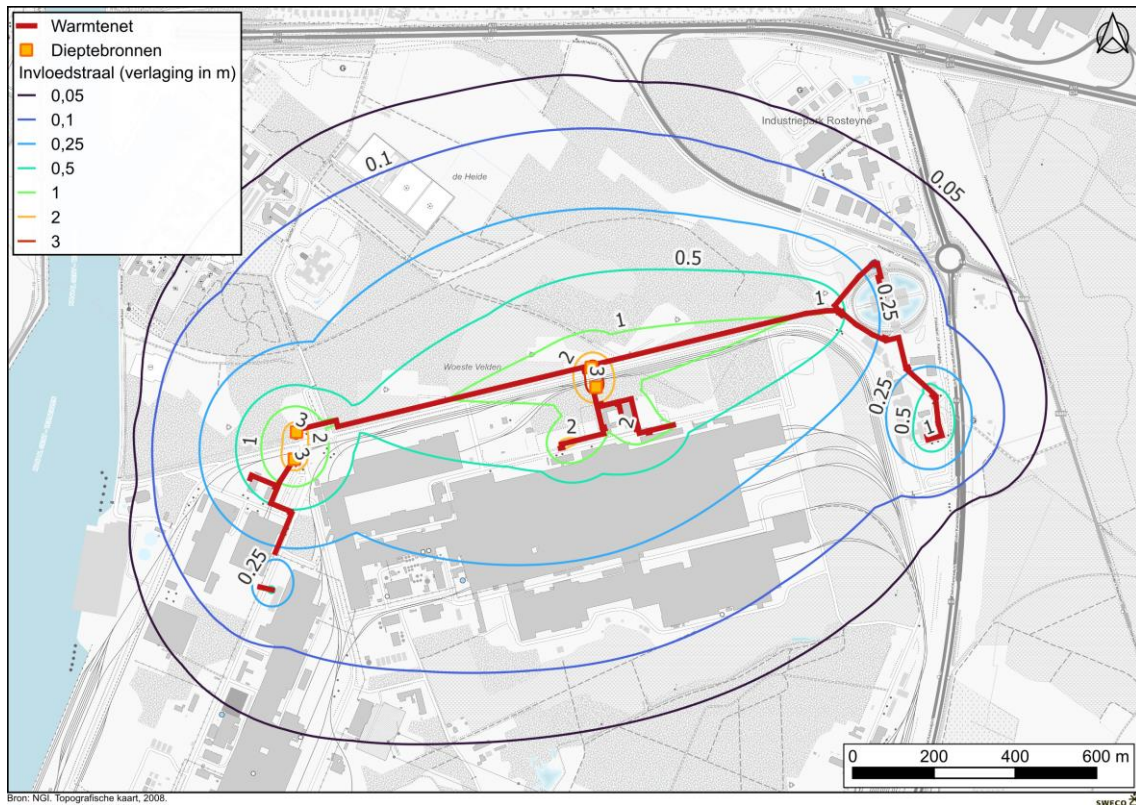
## 4.2 Resultaten

De maximale invloedstraal is weergegeven in Figuur 12 na 207 dagen bemalen. De figuur werd samengesteld door de maximale verlagingcontour per fase apart over elkaar te leggen. Figuur 13 geeft de verandering van het dagdebiet in functie van de tijd weer samen met het opgepompte volume. Voor de gehele bemaling wordt er een verwacht volume opgepompt van **528.044 m<sup>3</sup>** voor een totale duur van 207 dagen.

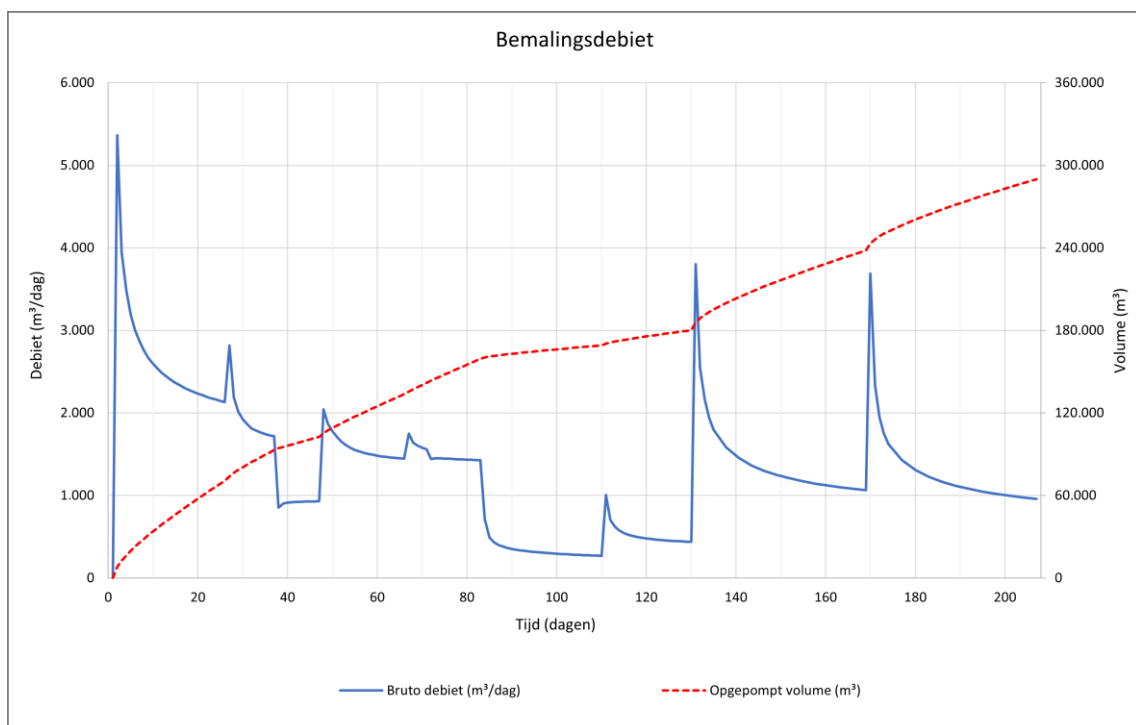
Tabel 7 geeft een samenvatting van de resultaten weer per bemalingsfase. Het maximale debiet bedraagt **5.363 m<sup>3</sup>/dag** en wordt opgepompt tijdens fase 1.

Tabel 7: Samenvatting modelresultaten per fase

Hoofd-fase	Fase	Maximale invloedstraal (m)	Maximaal piekdebiet (m <sup>3</sup> /dag)	Debiet einde fase (m <sup>3</sup> /dag)	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>1</b>	1	390	<b>5.363</b>	1.717	70.811
	2	405		2.131	
<b>2</b>	3	390	2.818	851	22.250
<b>3</b>	4	420	930	1.445	9.621
<b>4</b>	5	570	2.044	1.442	30.926
<b>5</b>	6	450	1.752	1.432	25.741
<b>6</b>	7	140	714	286	9.677
	8	150		269	
<b>7</b>	9	215	1.006	438	11.130
	10	220		462	
<b>8</b>	11	820	3.805	1.063	58.015
<b>9</b>	12	<b>855</b>	3.687	959	51.703
					<b>528.044</b>



Figuur 12: Maximale verlagingcontouren na 207 dagen bemalen



Figuur 13: Verloop van het bemalingsdebiet voor de gehele bemalingsduur

## 5 Effect op de omgeving

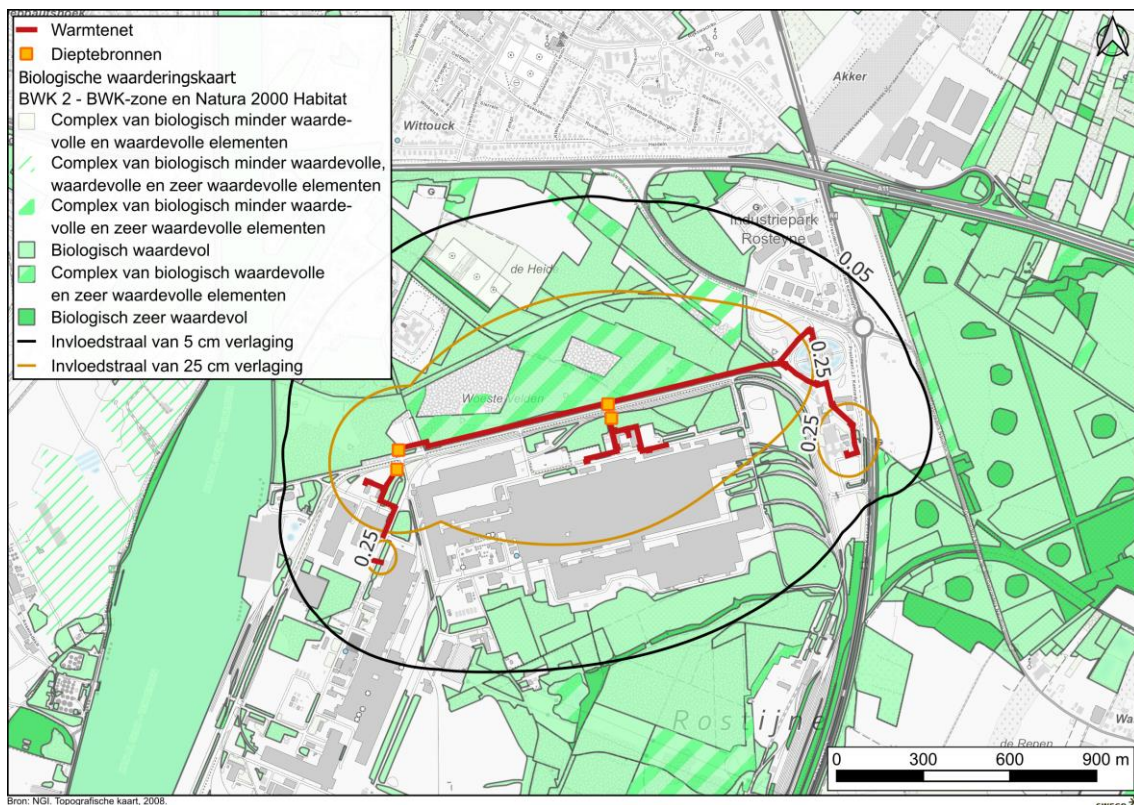
### 5.1 Bijzondere beschermde gebieden

De invloedstraal reikt **niet** tot volgende beschermde gebieden:

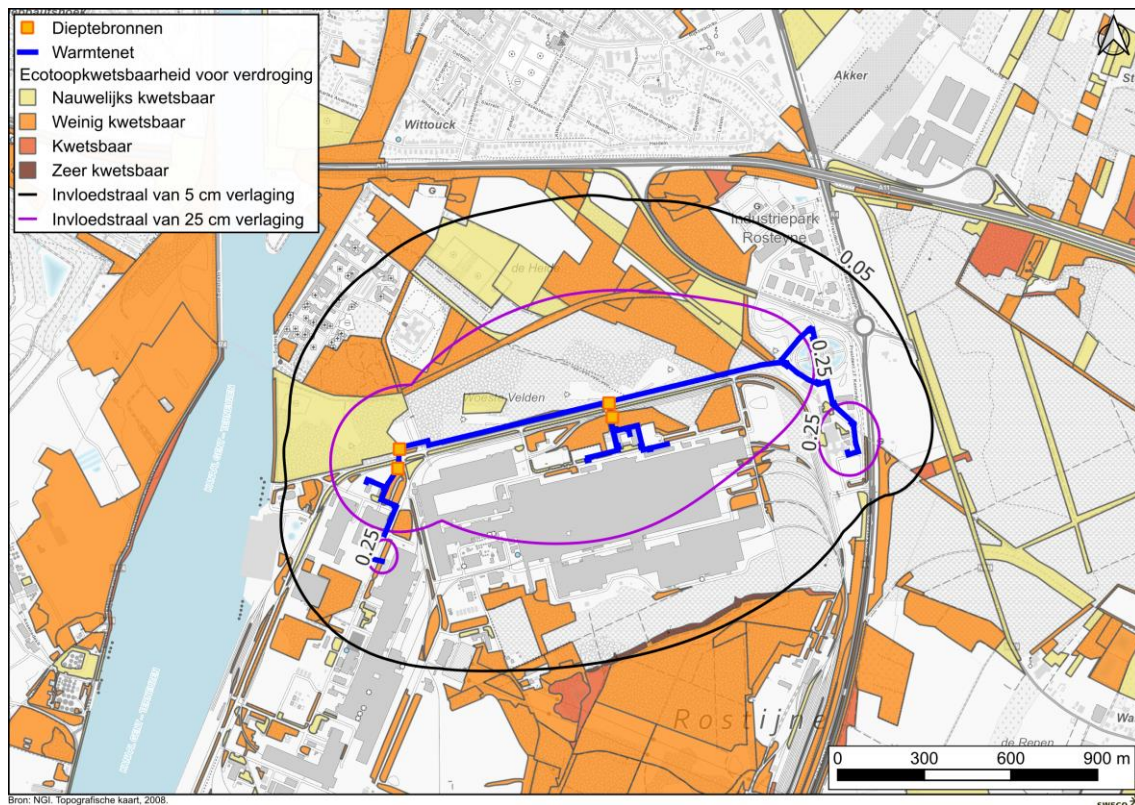
- Beschermde duingebieden
- Habitatrichtlijn- en vogelrichtlijngebieden
- Grondwaterwingsgebieden en beschermingszones
- VEN en IVON gebieden
- Beschermde monumenten
- Beschermde cultuurhistorische landschappen
- Beschermde archeologische sites
- Beschermde stads- of dorpsgezichten

#### 5.1.1 Biologische waarderingskaart

Op de biologische waarderingskaart vallen meerdere percelen met (complexen met) biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen binnen de invloedstraal (Figuur 14). Op de ecotoopkwetsbaarheidskaart voor droogte worden deze percelen als (zeer) kwetsbaar aangegeven (Figuur 15). De invloed die de bemaling mogelijk heeft op deze elementen wordt besproken binnen de project-m.e.r.-screening.



Figuur 14: Invloedstraal bemaling t.o.v. de BWK, versie 2023 [5]



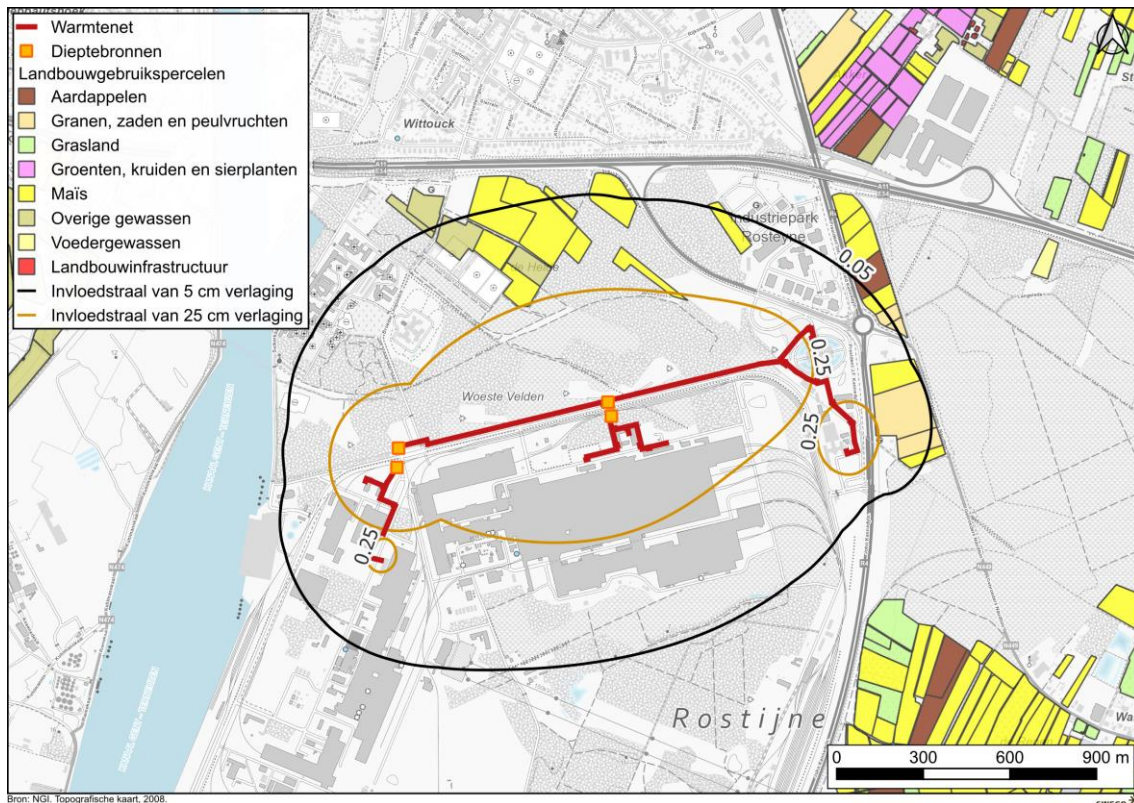
Figuur 15: Invloedstraal t.o.v. de ecotoopkwetsbaarheid voor droogte, versie 2025 [5]

## 5.2 Oppervlaktewater

Op basis van (indicatief) grondwateronderzoek is er reeds een zicht op de verwachte kwaliteit van het grondwater ter hoogte van het projectgebied. Tevens dient de kwaliteit van het bemalingswater conform het VLAREM en de eventueel opgelegde bijzondere voorwaarden in de omgevingsvergunning opgevolgd te worden. Het effect op de ontvangende waterlopen wordt besproken in de omgevingsvergunningsaanvraag.

## 5.3 Schade aan landbouwproductie

De invloedstraal van de bemaling reikt tot verschillende percelen met gekend landbouwgebruik (voornamelijk maïs) (Figuur 16). Indien er een impact tgv de bemaling wordt verwacht op deze percelen, wordt dit behandeld in de project-m.e.r.-screening.



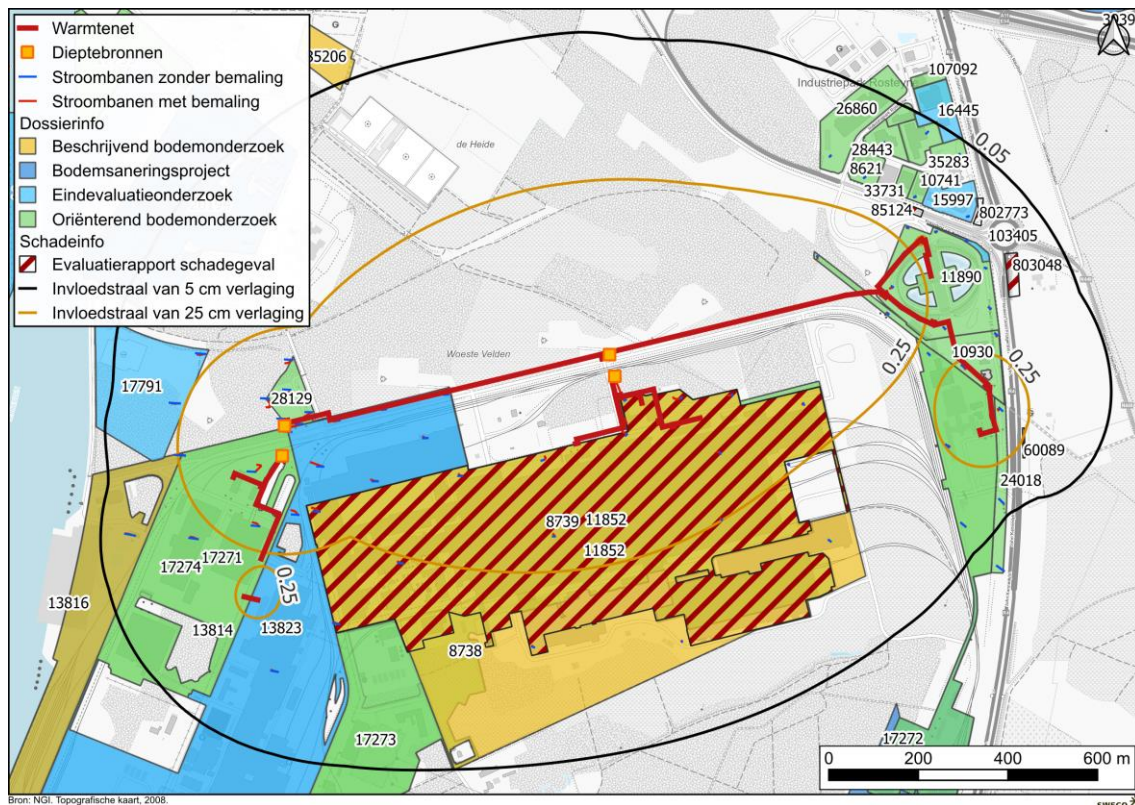
Figuur 16: Landbouwgebruikspcelen binnen de invloedstraal van de bemaling [5]

## 5.4 Bodemverontreiniging

### 5.4.1 OVAM-dossiers

De invloedstraal van de bemaling reikt tot verschillende gekende OVAM-dossiers (Figuur 17). De invloed op de OVAM dossiers werd nagegaan door gebruik te maken van *particle tracking* via de MODPATH module in het grondwatermodel. Bij deze techniek worden de stroombanen van waterdeeltjes (partikels) ter hoogte van de OVAM dossiers berekend, zoals wordt beschreven in de bemalingsrichtlijnen van 2021 [1]. Deze berekening wordt gedaan voor de situatie met en zonder bemaling. Voor beide situaties wordt per OVAM-dossier de verplaatsing over eenzelfde periode nagegaan. Er wordt aangenomen dat de bemaling een significante invloed heeft als de stroomsnelheid in de situatie met bemaling verdubbelt t.o.v. de situatie zonder bemaling of als de partikels opgepompt worden. Bij deze berekeningen wordt geen rekening gehouden met retardatie, diffusie, afbraak en/of chemische reacties en is dus een conservatieve benadering. Het resultaat van de *particle tracking* wordt samengevat in Tabel 8.

Er vallen meerdere gekende OVAM-dossiers binnen de invloedstraal van de bemaling (Figuur 17). In het grondwateronderzoek worden deze dossiers in detail bekeken om na te gaan of er risico bestaat op verplaatsing van een mogelijke verontreiniging en of het lozen van bemalingswater vergunningsplichtig is.



Figuur 17: OVAM dossiers binnen de berekende invloedstraal van de bemaling [3]

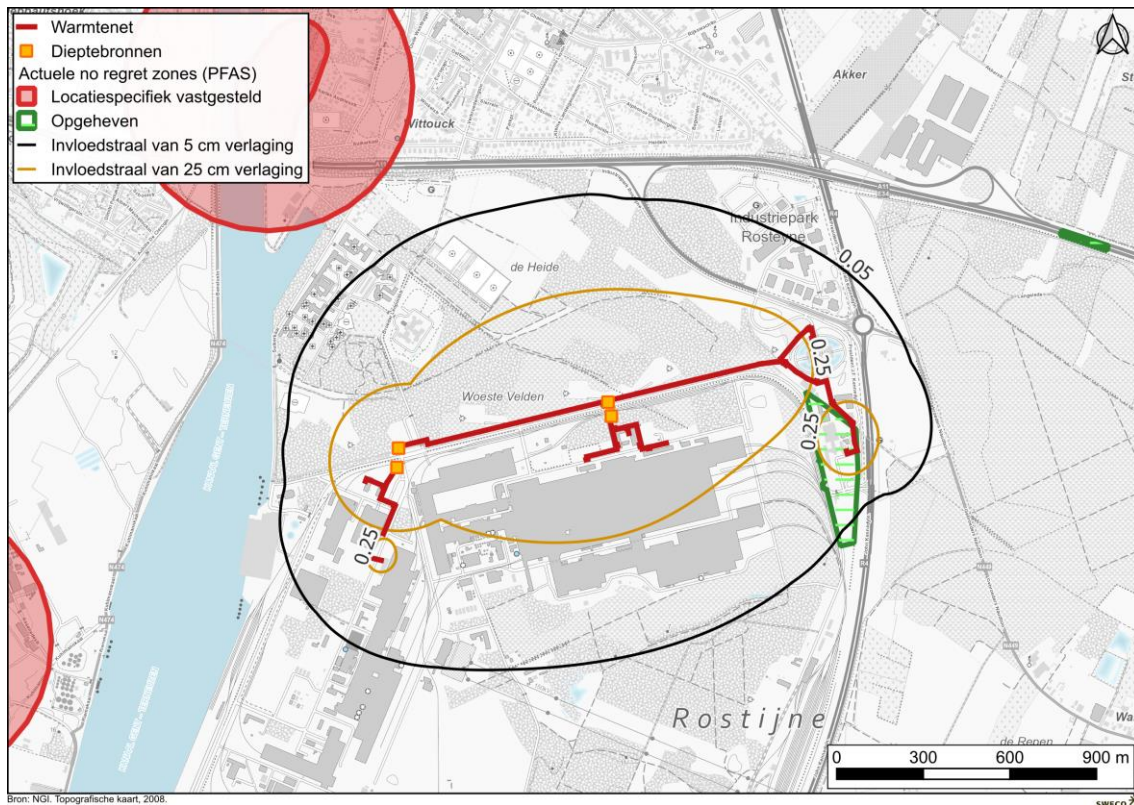
Tabel 8: Resultaat van de particle tracking

OVAM-dossier	Dossierinfo	Resultaat particle tracking
28129	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
17271	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
17274	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
13823	Eindevaluatieonderzoek	Risico tot oppompen*
11852	Beschrijvend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
8739	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
17791	Eindevaluatieonderzoek	Niet significant
24018	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
10930	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
11890	Oriënterend bodemonderzoek	Risico tot oppompen*
15997	Eindevaluatieonderzoek	Niet significant
10741	Oriënterend bodemonderzoek	Niet significant
33731	Oriënterend bodemonderzoek	Niet significant
13814	Eindevaluatieonderzoek	Risico tot oppompen*

\*OVAM-dossiers liggen naast de te bemalen zone, dus ondervinden sterk risico tot oppompen

### 5.4.2 PFAS no regret zones

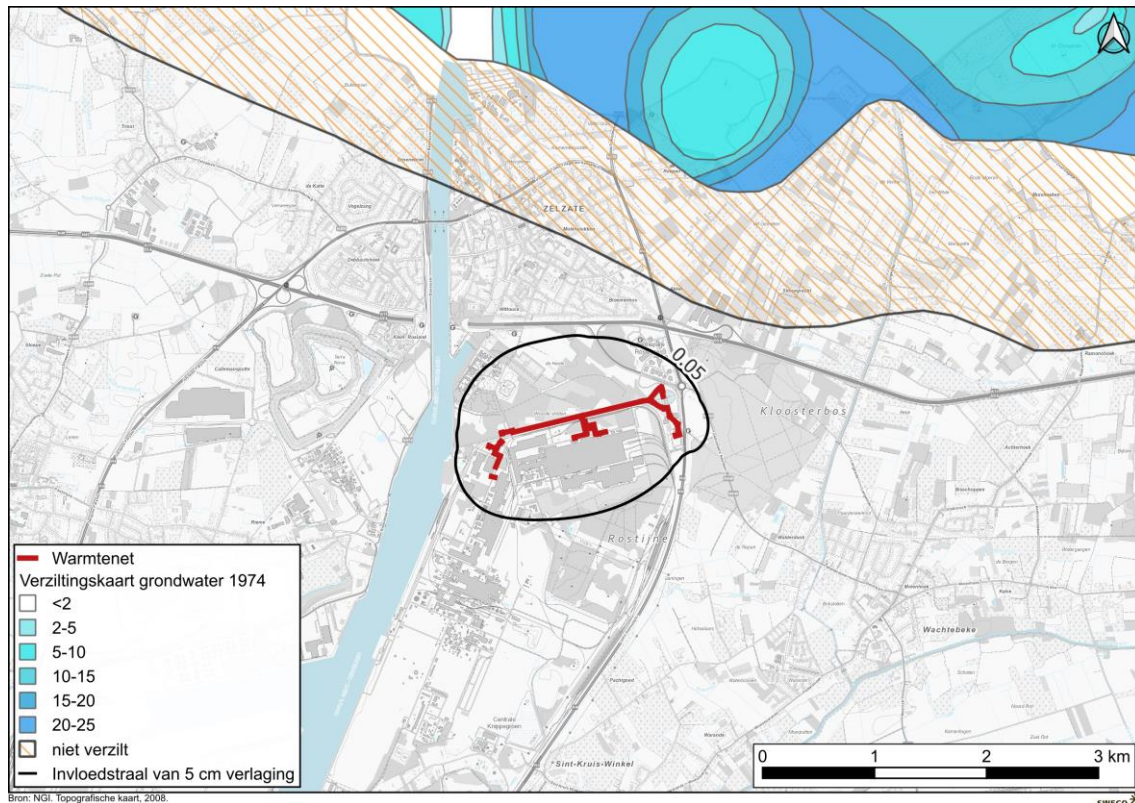
De invloedstraal reikt tot een opgeheven no regret zone (Figuur 18). Er wordt aangeraden om peilbuizen in deze zone te plaatsen en te bemonsteren om het risico op PFAS te kunnen inschatten. Het risico van deze zones en eventueel bijkomend onderzoek worden verder besproken in het grondwateronderzoek.



Figuur 18: PFAS no regret zone binnen de invloedstraal van de bemaling [4]

## 5.5 Verziltingskaart

Er bevindt zich geen verzilt grondwater in de ruime omgeving van de bemaling (Figuur 19).



Figuur 19: Verziltingskaart 1974 [4]

## 5.6 Zettingsrisico

In hoofdstuk §3.1 werden de zettingen berekend ter hoogte van de bemaling zelf. Ter hoogte van derden zullen de zettingen echter minder bedragen. Op basis van de berekende verlaging ter hoogte van derden, kunnen de zettingsberekeningen aangepast worden.

Zelfs bij een waterdichte bouwput treedt steeds een lekdebiet op, als gevolg van de hoge waterdruk op de beschoeiing en onvermijdelijke imperfecties in de constructie en de aansluiting op het onderwaterbeton. Daarom wordt de maximaal toelaatbare waterstandverlaging berekend waarbij de zettingen binnen de opgelegde criteria blijven. Deze verlaging wordt omgerekend naar een maximaal toegestaan lekdebiet. Tijdens de uitvoering dient het waterpeil opgevolgd te worden en moeten bij overschrijding van deze grens tijdig passende maatregelen worden genomen.

Voor sondering S06 mag de grondwaterstand niet lager komen dan +4,50 mTAW. Een verdere verlaging zou de zettingsinvloed doen reiken tot in de zwakke kleilaag, met te grote zettingen tot gevolg. Het voorziene bemalingspeil van +4,50 mTAW komt overeen met een maximale verlaging van 1,80 m ten opzichte van het minimale grondpeil en wordt haalbaar geacht bij een correct uitgevoerde bouwput.

## 6 Monitoring

Om de bemaling zoals hierboven beschreven te monitoren, dient minstens volgende voorzien worden:

- Het monitoren van de grondwaterstand door middel van 9 peilbuizen en dit zowel voor als tijdens de bemaling, zodat er geen onnodige debieten worden opgepompt.
- Het plaatsen van debietsmeters conform de wetgeving die regelmatig gecontroleerd dienen te worden op goede werking.
- Het bijhouden van een logboek met de waargenomen debieten en grondwaterstanden. Dit logboek is te allen tijde aanwezig op de werf.
- Voor eventuele monitoringsmaatregelen van de grondwaterkwaliteit tijdens de bemaling wordt verwezen naar het bijhorend grondwateronderzoek.

Op basis van de huidige bemalingsstudie volstaat deze aanpak. Indien uit de bijkomende studies (grondwateronderzoek, project-m.e.r.-screening,...) blijkt dat er bijkomende monitoring noodzakelijk is, dient ze bovenop deze minimale monitoring voorzien te worden.

Meerdere gemeenten verzoeken in de bijzondere voorwaarden om gegevens over de geïnstalleerde debietmeters en hun tellerstanden via DOV aan te leveren.

## 7 Vergunning en milieubeoordeling

Voor een bronbemaling is een vergunning of melding vereist, die conform de VLAREM-wetgeving (Rubriek 53.2 en 53.11) geïntegreerd is in de algemene omgevingsvergunning. Welke vergunning moet worden aangevraagd hangt af van

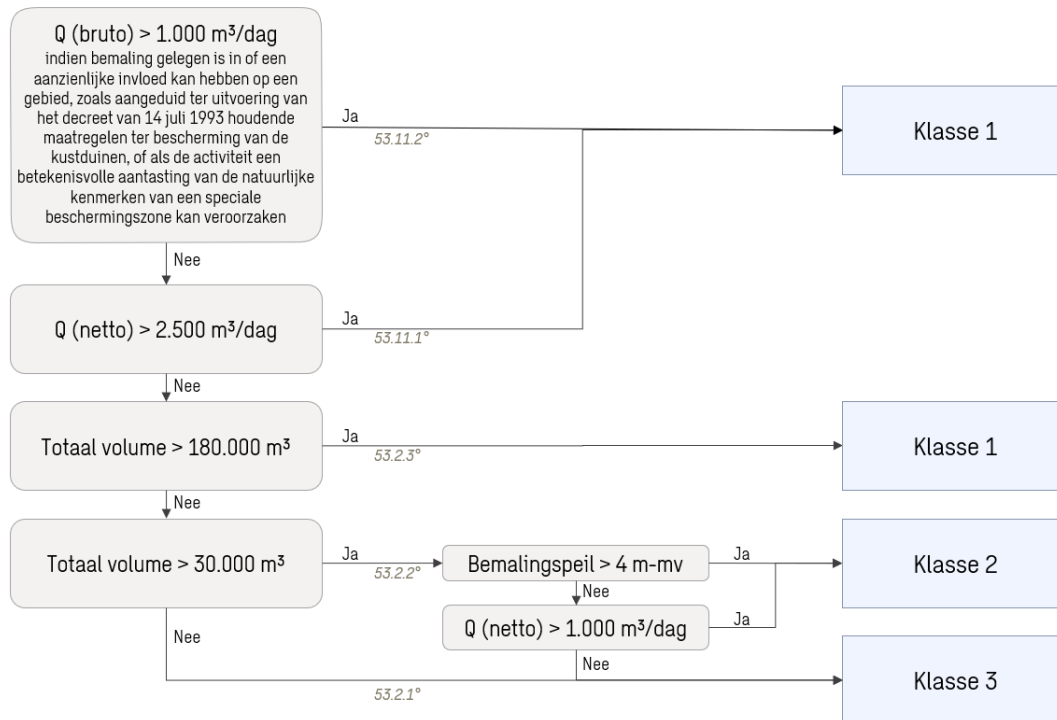
- het debiet per dag,
- de totale opgepompte hoeveelheid grondwater,
- de diepte van de grondwaterverlaging,
- de invloed op speciale beschermingszones of beschermd duingebieden.

Figuur 20 geeft een stroomschema weer voor het bepalen van de vergunningsklasse rekening houdend met de aanpassingen in de grondwaterrein (goedgekeurd op 21 juni 2024 [9]).

De invloedstraal van de bemaling reikt niet tot een speciale beschermingszone of een beschermd duingebied. Indien het debiet meer dan 2.500 m<sup>3</sup>/dag bedraagt, valt de bemaling onder klasse 1. Daarnaast geldt dat indien het totaal opgepompte volume grondwater meer dan 180.000 m<sup>3</sup> bedraagt, vallen de werken sowieso onder een klasse 1 activiteit.

Indien het opgepompte volume tussen 30.000 en 180.000 m<sup>3</sup> ligt, wordt er een onderscheid gemaakt of de grondwaterverlaging zich beperkt tot maximaal 4 m onder het maaiveld en of het netto debiet zich beperkt tot 1.000 m<sup>3</sup>/dag. Als deze grenzen allebei niet overschreden worden, valt de bemaling onder klasse 3. Bij overschrijding van één van deze grenzen, valt de bemaling onder klasse 2. Bemalingen waar het totale opgepompte volume grondwater zich tot 30.000 m<sup>3</sup> beperkt, vallen onder klasse 3.

Bij deze werken is het debiet meer dan 2.500 m<sup>3</sup>/dag waardoor de bemaling onder een **klasse 1 (vergunningsplicht)** valt.



Figuur 20: Stroomschema voor de bepaling van de vergunningsklasse (VLAREM rubriek 53.2 en 53.11)

Naast de bronbemaling zelf, kan ook het lozen van het opgepompte grondwater vergunningsplichtig zijn. Dit is het geval wanneer het opgepompte grondwater gevaarlijke stoffen bevat met concentraties boven het indelingscriterium. Indien dit het geval is, is rubriek 3 ook van toepassing. Een inschatting van de kwaliteit van het opgepompte grondwater wordt gemaakt op basis van de screening van de bodemonderzoeken en eventuele staalname en wordt als bijlage aan de omgevingsvergunningsaanvraag toegevoegd.

De bemaling van het project valt onder bijlage II van het project-MER-besluit (vanaf 1/12/2025), waardoor een **project-m.e.r.-screening** dient worden opgemaakt. Indien uit de screening blijkt dat aanzienlijke effecten kunnen optreden, moet mogelijk alsnog een volledige project-MER worden opgemaakt. Bovendien kan een project-MER vereist zijn voor andere activiteiten binnen het project.

## 8 Conclusie

Om in den droge te werken bij de aanleg van het warmtenet is er bemaling nodig tot 0,5 meter onder de uitgraving van de sleuf en persputten. Hiervoor werden volgende resultaten bekomen:

- een **maximale invloedstraal** van ca. 855 m;
- een **maximaal debiet** van 5.363 m<sup>3</sup>/dag;
- een **totaal volume** van ca. 528.044 m<sup>3</sup>;
- een **maximale verlaging** van 7,11 m-mv.

Deze berekeningen moeten aanzien worden als worst-case situatie, waarbij uitgegaan wordt van de hoogst mogelijke grondwaterstanden en hoge doorlatendheid. De bemaling gebeurt in het Quartaire Aquifersysteem (A0100). De bemaling is berekend met een numeriek grondwatermodel uitgaande van verticale filters tot 10 m-mv voor de ondiepere strengen en dieptebronnen tot 15 m-mv voor de persputten.

De bemaling is vergunningsplichtig (klasse 1) en valt onder bijlage II voor milieubeoordeling (project-m.e.r.-screening).

Deze bemalingsnota geeft geen conclusie over de kwaliteit van het opgepompte grondwater. De grondwaterkwaliteit wordt besproken in het grondwateronderzoek die als bijlage aan de omgevingsvergunningaanvraag wordt toegevoegd.

Het is belangrijk op te merken dat deze nota is opgesteld op basis van de beschikbare informatie. Om een betere inschatting van het bemalingsdebiet en het effect op de omgeving te maken, kunnen de lokale grondwaterstanden en de doorlatendheid van het aquifersysteem verder onderzocht worden. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een pomptest of proefbemaling.

## Referenties

- [1] Vlaamse Milieumaatschappij, „Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu,” 2021.
- [2] H. Raedschelders, „Gevaar voor zettingen bij een grondwaterbemaling,” *Water nr. 33*, pp. 23-26, 1987.
- [3] Vlaamse Overheid, „OVAM Geoloketten,” 2024. [Online]. Available: <https://services.ovam.be/ovam-geoloketten/#/>.
- [4] Vlaamse Overheid, „Databank Ondergrond Vlaanderen,” 2024. [Online]. Available: <https://www.dov.vlaanderen.be/>.
- [5] Vlaamse Overheid, „Geopunt,” 2024. [Online]. Available: <https://www.geopunt.be/>.
- [6] Vlaamse Milieumaatschappij en VLARIO, „Handleiding berekeningsinstrument lijnbemalingen,” 2021.
- [7] Y. Meyus, D. Adyns, S. T. Woldeamlak, O. Batelaan en F. De Smedt, „Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel,” VUB, 2004.
- [8] Vlaamse Overheid, „Waterinfo,” 2024. [Online]. Available: <https://www.waterinfo.be/>.
- [9] Vlaamse Regering, „Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne, het VLAREL van 19 november 2010 en het besluit van de Vlaamse Regering van 27 november 2,” 2024.

# Bijlagen

## Bijlage I: Sonderingen

Sweco Belgium nv/sa  
Sluisstraat 97  
3000 Leuven  
België  
T+32(0)38081096  
[www.swecobelgium.be](http://www.swecobelgium.be)

Maatschappelijke zetel  
Sweco Belgium nv/sa  
Arenbergstraat 13, bus 1  
1000 Brussel  
België

BTW BE 0405 647 664  
RPR Brussel  
BNP PARIBAS FORTIS  
IBAN: BE97 2200 7208 2049  
BIC: GEBABEBB

Erwin Van Mieghem  
T +32 472 04 09 85  
[Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be](mailto:Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be)

# PROEFVERSLAG GRONDMECHANISCH ONDERZOEK

2025-01122 – WN Arcelor



**Opdrachtgever:** Sweco bv  
Arenbergstraat 11  
1000 Brussel

**Werfadres:** John F. Kennedylaan 51  
9042 Gent

**Datum proeven:** 13/10/2025 – 27/10/2025

## 1. Administratieve gegevens

Geosonda werd door Sweco bv aangesteld om een grondonderzoek uit te voeren op een terrein gelegen aan de John F. Kennedylaan 51 te 9042 Gent in het kader van de herontwikkeling van het terrein.

Onderstaande tabel vat de administratieve gegevens van het project samen.

Projectnummer Geosonda	2025-01122
Projectnaam	WN Arcelor
Opdrachtgever	Sweco bv Arenbergstraat 11 1000 Brussel
Werf	John F. Kennedylaan 51 9042 Gent
Datum uitvoering	13/10/2025 – 27/10/2025
Datum rapportage	17/11/2025
Projectleider / geotechnicus	Jordy Celis
Bijlagen	Bijlage 1: inplantingsplan Bijlage 2: grafieken en tabellen met meetresultaten Bijlage 3: boorbeschrijvingen

## 2. Uitgevoerde proeven

### 2.1 SONDERINGEN

Nummer	5, 10, 20 Ton	Continu / Discontinuu	Elektrisch / Mechanisch	Diepte (m)
25WN01	20	C	E	10
25WN02	20	C	E	10
25WN03	20	C	E	10
25WN06	20	C	E	20
25WN08	20	C	E	10
25WN09	20	C	E	20
25WN10	20	C	E	20
25WN11	20	C	E	20
25WN12	20	C	E	10

Er werden 9 sonderingen uitgevoerd met een capaciteit van 200 kN conform EN-ISO 22476-1(2). De metingen gebeurden continu met behulp van een elektrische conus met een oppervlak van 15cm<sup>2</sup>.

Bij de uitvoering van sonderingen wordt een sondeerconus met continue snelheid op diepte gebracht. Het indrukken van de conus wordt uitgevoerd m.b.v. het gewicht van de sondeerwagen of door verankering in de bodem (mini-rups of demontabel apparaat), waarbij de totale indrukcapaciteit afhankelijk van het apparaat en de opstellingswijze varieert van 50kN tot 200kN. Tijdens dit proces worden, naargelang de gebruikte conus, de punt- en totale of plaatselijke

wrijvingsweerstand bepaald. Beide waarden geven bij interpretatie een goede indicatie van de voorkomende geologie alsook de grondkarakteristieken.

Bij gebruik van een elektrische conus wordt het wrijvingsgetal bepaald, dit is de verhouding tussen lokale wrijvingsweerstand en de gemeten conusweerstand. Iedere grondsoort heeft een ander wrijvingsgetal. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

<u>Wrijvingsgetal in %</u>	<u>Grondsoort</u>
0,3 – 1,2	Zand, grof tot fijn
1,5 – 3,0	Silt
2,5 – 6,0	Klei
>6,0	veen

De sondeergrafieken en de tabellen met meetresultaten en afgeleide grondmechanische parameters van de desbetreffende sonderingen vindt u terug in [bijlage 2](#). In de tabellen worden de meetwaarden om de 20 cm weergegeven. Indien gewenst, kunnen alle meetwaarden doorgegeven worden.

## **2.2 BORINGEN EN PEILBUIZEN**

Er werden ook 5 boringen uitgevoerd tot 6 m diepte door middel van sonische boortechniek. Bij deze techniek zet de boorkop met hoogfrequente slagkracht trillingen over op een boorbuis. Dit zijn eenvoudige boringen met druk- en hamertechniek, die toelaten om een nauwkeurige boorbeschrijving af te leveren, en indien gewenst ook grondstalen te nemen voor analyses in het labo. Deze techniek heeft als voordeel om een nauwkeurige continue boorbeschrijving te kunnen opstellen. De boorstalen werden door een geoloog beschreven en de beschrijving is opgenomen

Alle boringen werden afgewerkt tot peilbuis met een diameter van 63 mm en een filterstelling terug te vinden in de boorstaten. De boorprofielen van de boringen kan u vinden in [bijlage 3](#). De peilbuizen dienen best gedurende een langere periode opgemeten te worden zodat ook de seizoensgebonden schommelingen van de grondwaterstand in kaart kunnen worden gebracht.

### **3. Inplanting, hoogtemeting en waterpeil**

Een plan met aanduiding van de uitgevoerde sonderingen is opgenomen in bijlage 1.

Het aanvangspeil in TAW alsook de Lambert coördinaten van de proeven werd bepaald m.b.v. een RTK-GPS.

### **4. Bodemgesteldheid en bespreking**

Volgens de geologische kaarten en de beschikbare informatie op Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) verwachten we ter hoogte van de onderzoekslocatie een afwisseling van quartaire grondlagen bestaande uit zand, silt, klei, grind en veen.

De vermoedelijke gelaagdheden worden weergegeven in de sondeergrafieken.

Wij hopen u met de uitvoering van dit grondonderzoek van dienst te zijn geweest. Voor bijkomende inlichtingen, proeven of een gedetailleerd funderingsadvies helpen wij u steeds graag verder.

Jordy Celis  
Geotechnicus

Geosonda bv

## **BIJLAGE 1: INPLANTINGSPLAN**

## **BIJLAGE 1: INPLANTINGSPLAN**



2025-01122

WAMG Arcelor

Aangemaakt op:  
05/11/2025

Naam	X	Y	Z
V 25WN01	112477,537	208297,015	8,37
V 25WN02	112406,485	208486,979	9,9
V 25WN09	110894,464	208299,012	8,44
V 25WN11	111529,813	208260,283	8,4
V 25WN12	111835,404	208355,405	8,32
V 25WN03	112268,552	208607,263	9,83
V 25WN06	111681,823	208500,525	8,48
V 25WN08	111296,223	208397,414	8,22
V 25WN10	110879,875	208143,194	8,29
P_V25WN03	112264,838	208601,996	9,71
P_V25WN09	110926,028	208329,918	8,36
P_V25WN06	111685,263	208501,584	8,48
P_V25WN10	110872,048	208144,678	8,38
P_V25WN12	111836,054	208352,715	8,35

**Legende**

- Peilbuis
- Sondering

## BIJLAGE 2: SONDEERGRAFIEKEN EN TABELLEN MET MEETRESULTATEN SONDERINGEN

### Verklarende lijst – eenheden

d (m)	diepte onder maaiveld (in meter)
d <sub>ref</sub> (m)	diepte onder referentieniveau (in meter)
Qc (MPa)	conusweerstand (in megapascal) 1 MPa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10 kg/cm <sup>2</sup> = 100 ton/m <sup>2</sup>
Qst (kN)	totale wrijvingsweerstand (in kilonewton) 1 kN=0,1 ton
Fs (MPa)	plaatselijke wrijvingsweerstand (in megapascal)
Rf (%):	wrijvingsgetal (in percent)
Fi (°)	schijnbare inwendige wrijvingshoek (in graden)
C	samendrukkingsconstante

### Gebruikte formules en aannames

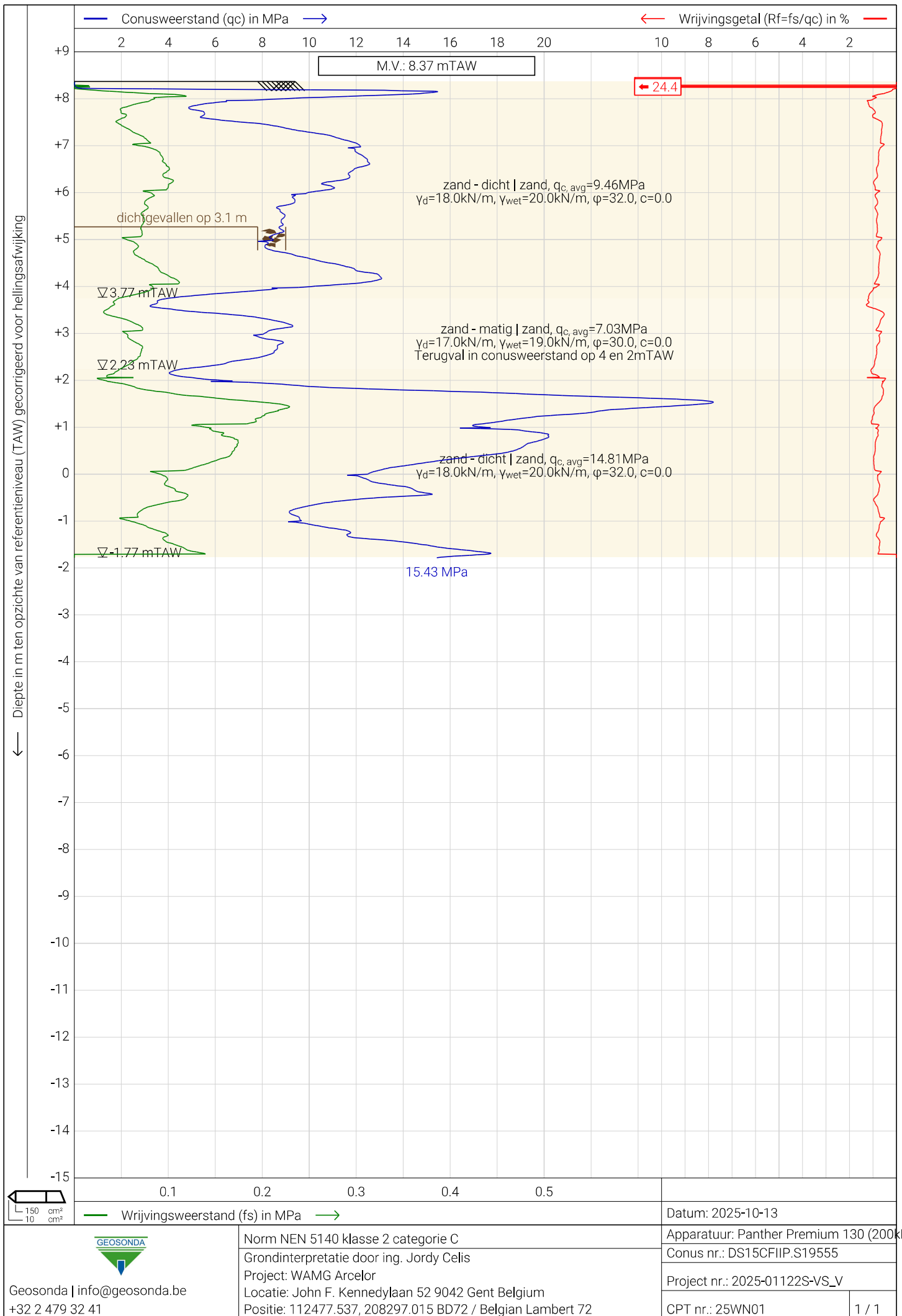
De oorspronkelijke verticale effectieve terreinspanning werd berekend met 1,6 ton/m<sup>3</sup> als gewicht van droge grond en 2,0 ton/m<sup>3</sup> als gewicht van waterverzadigde grond. De waterstand komt overeen met de in de sonderingen opgemeten waarden.

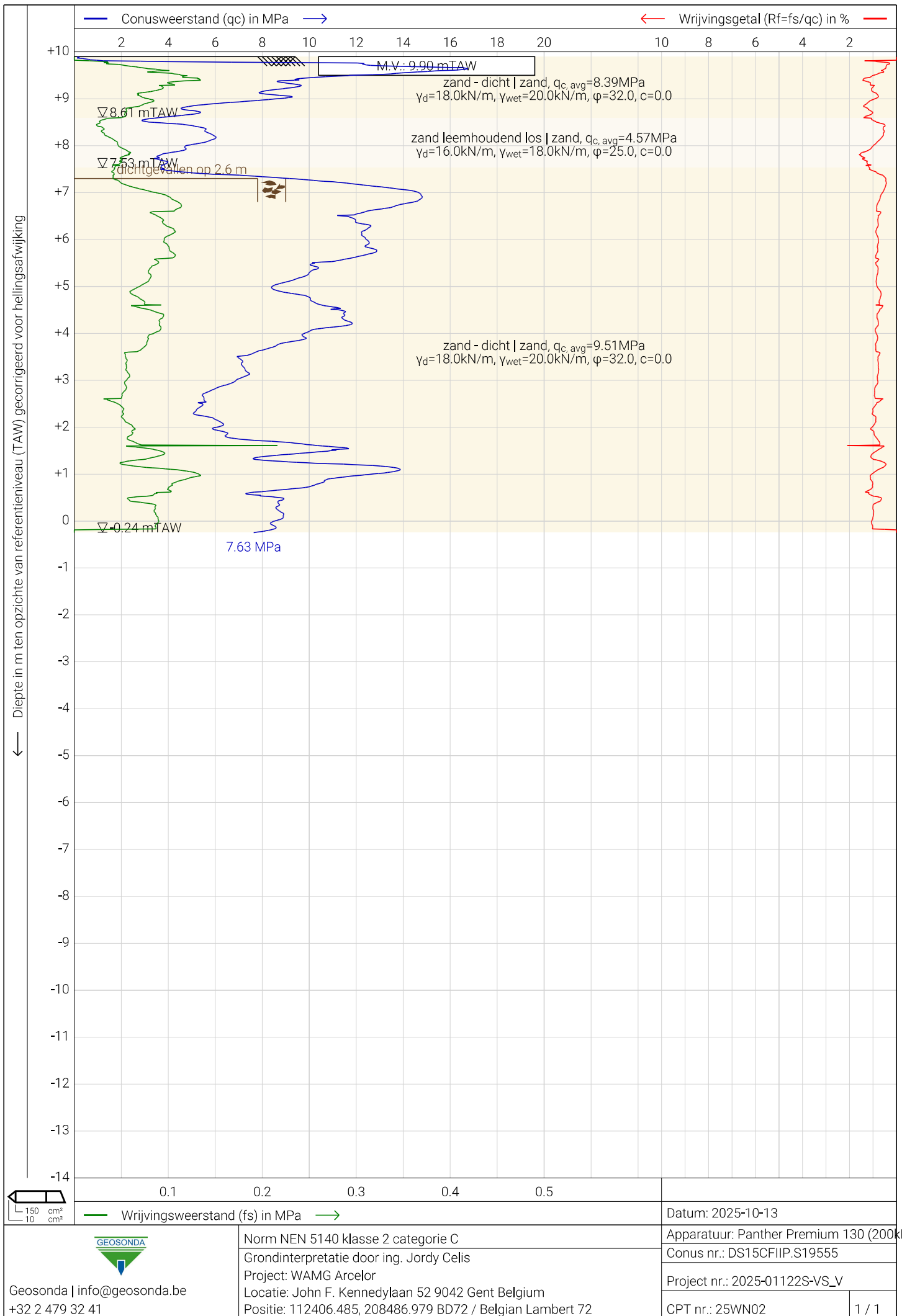
Voor het berekenen van de samendrukkingsconstante wordt gebruik gemaakt van de formule:

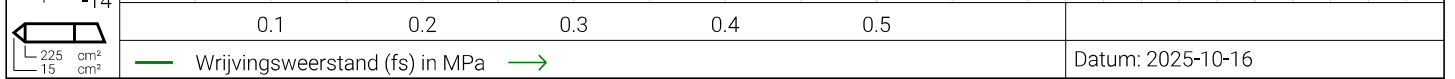
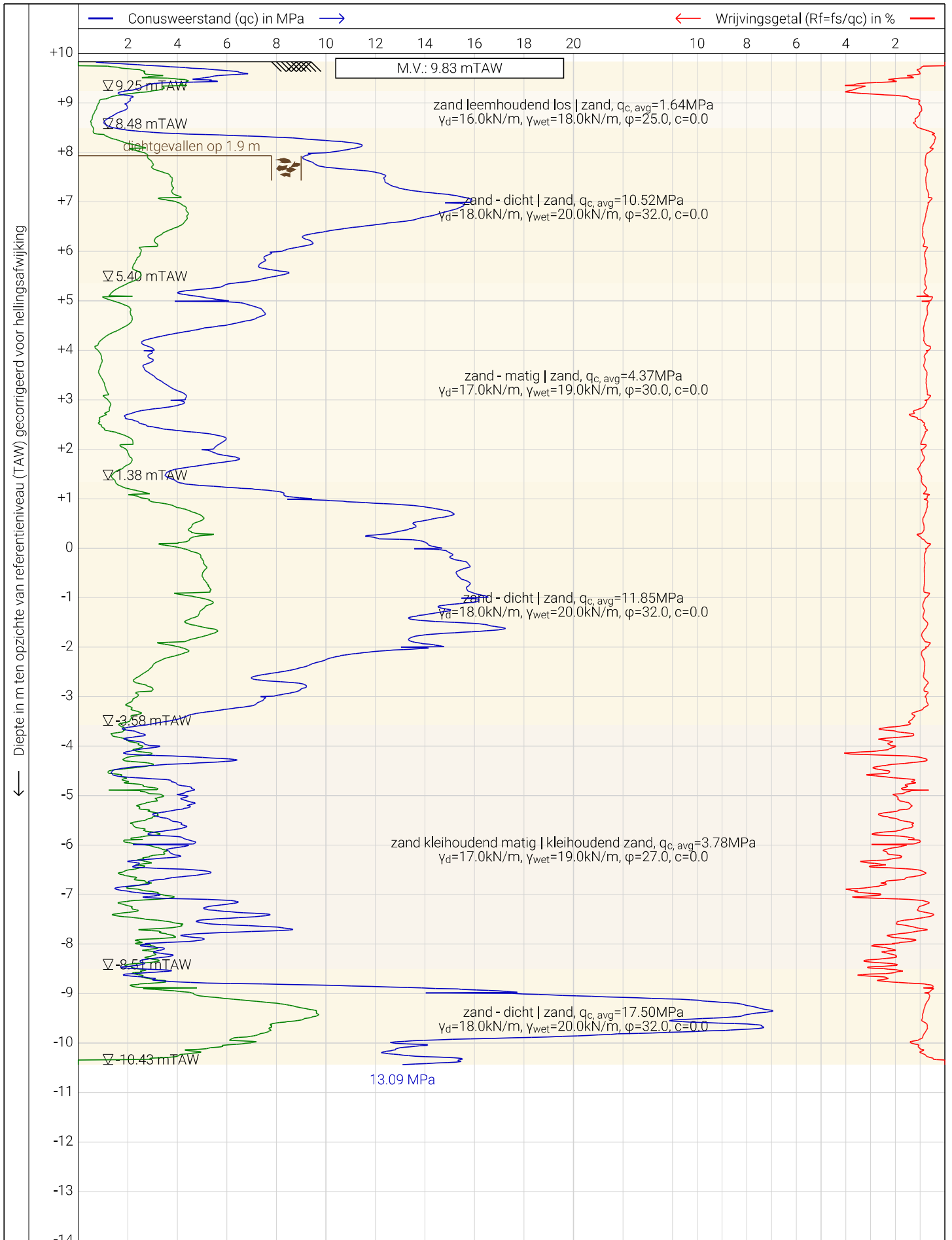
$$C = a * (\text{conusweerstand} / \text{oorspronkelijke verticale effectieve terreinspanning}).$$

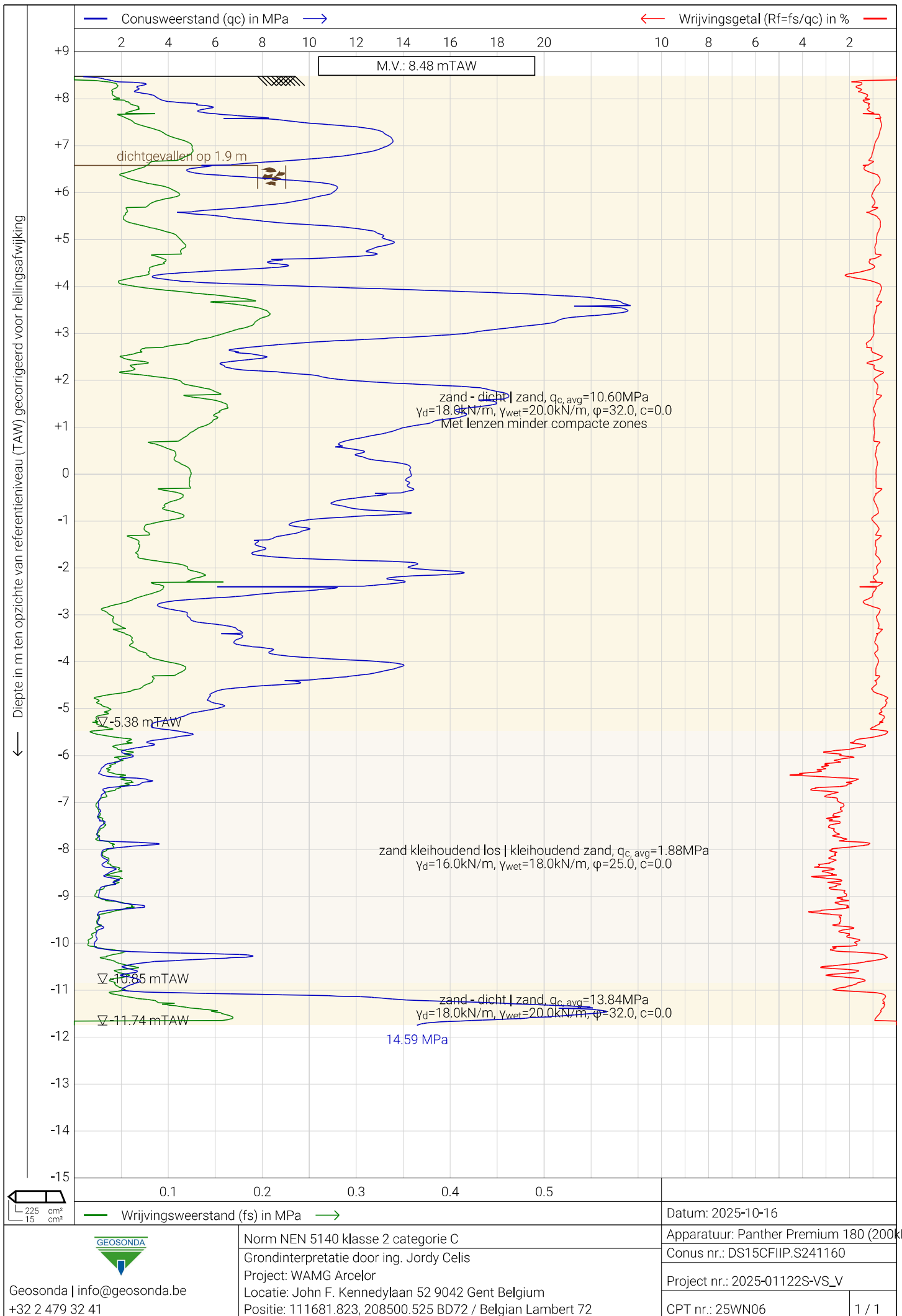
De waarde van **a** is afhankelijk van de grondsoort. In de hiernavolgende berekeningen werd een waarde aangenomen van 1,5 (coëfficiënt van Sanglerat). Dit is een ondergrens voor de meeste grondsoorten. Indien het echter veen betreft dient een lagere waarde te worden aangenomen.

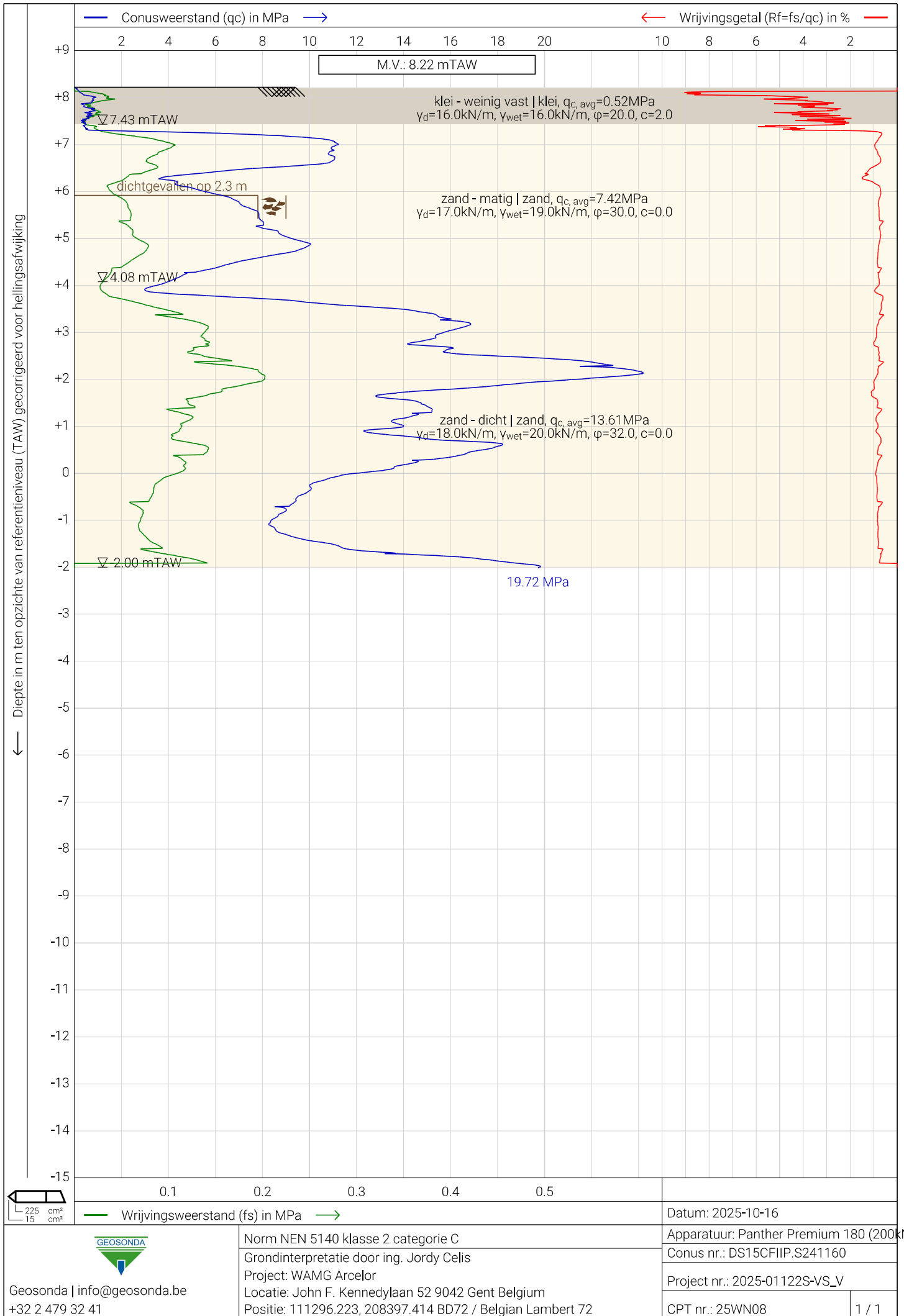
De schijnbare inwendige wrijvingshoek wordt berekend volgens de methode van De Beer. Er dient op te worden gewezen dat dit een benaderende waarde is.

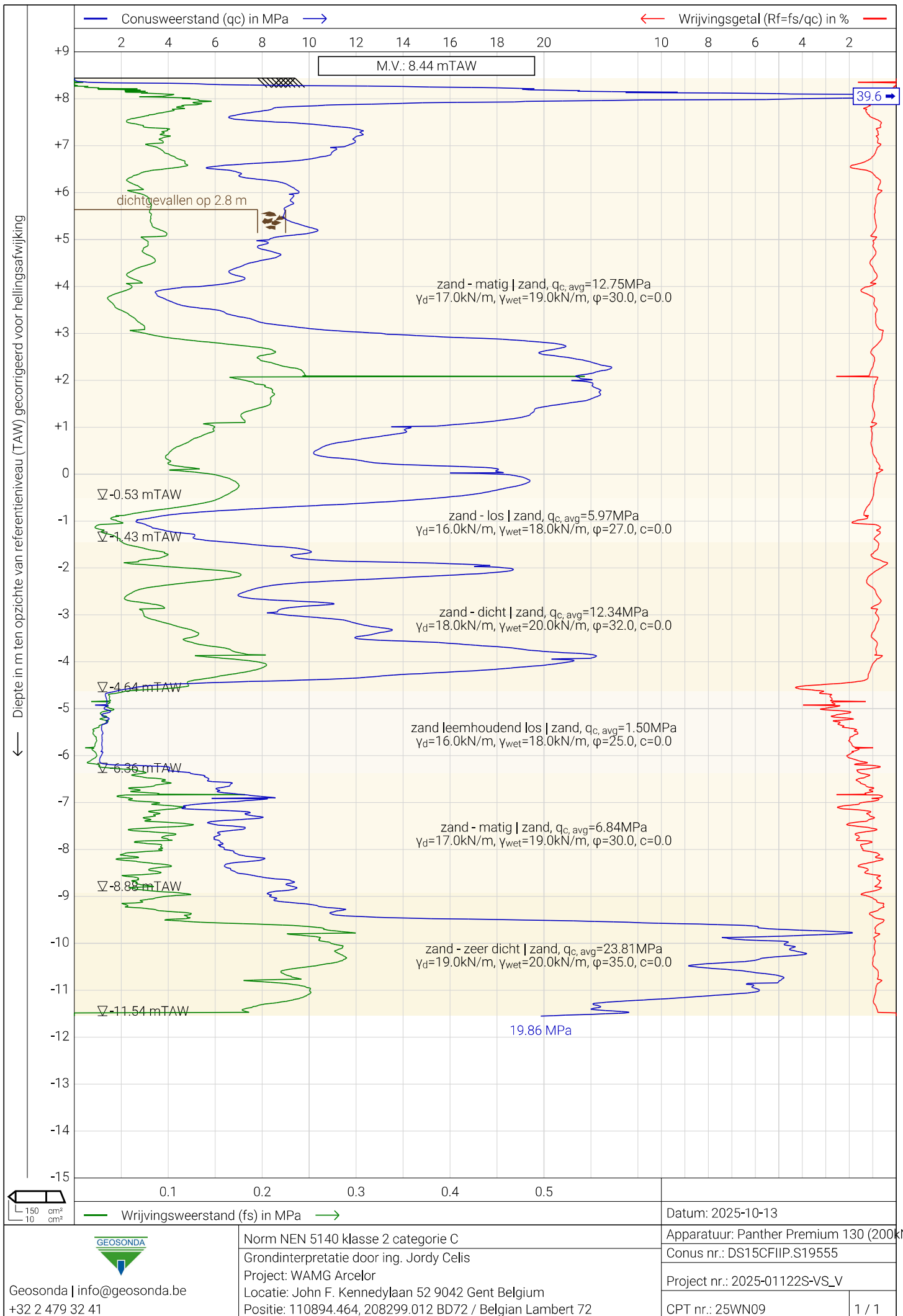


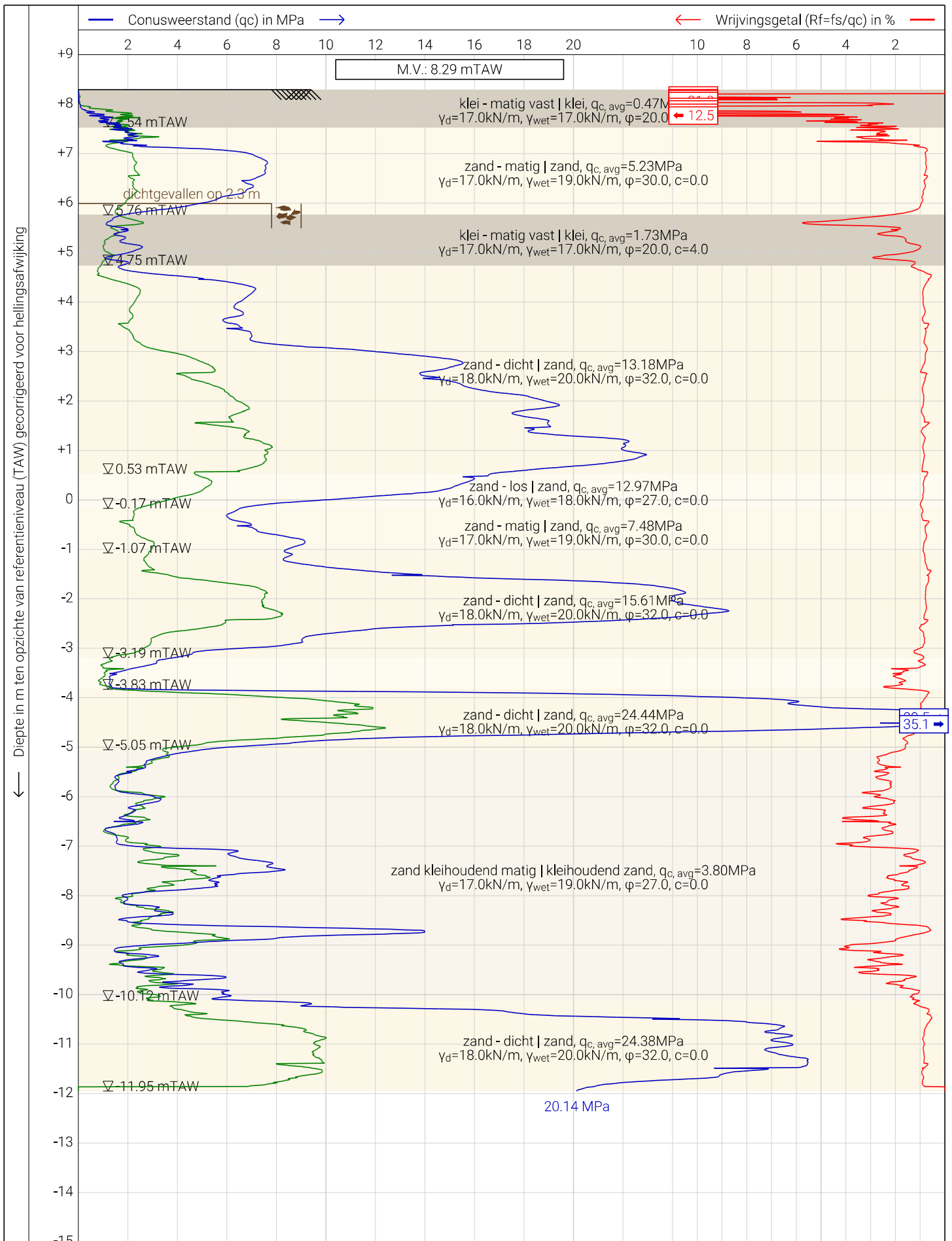


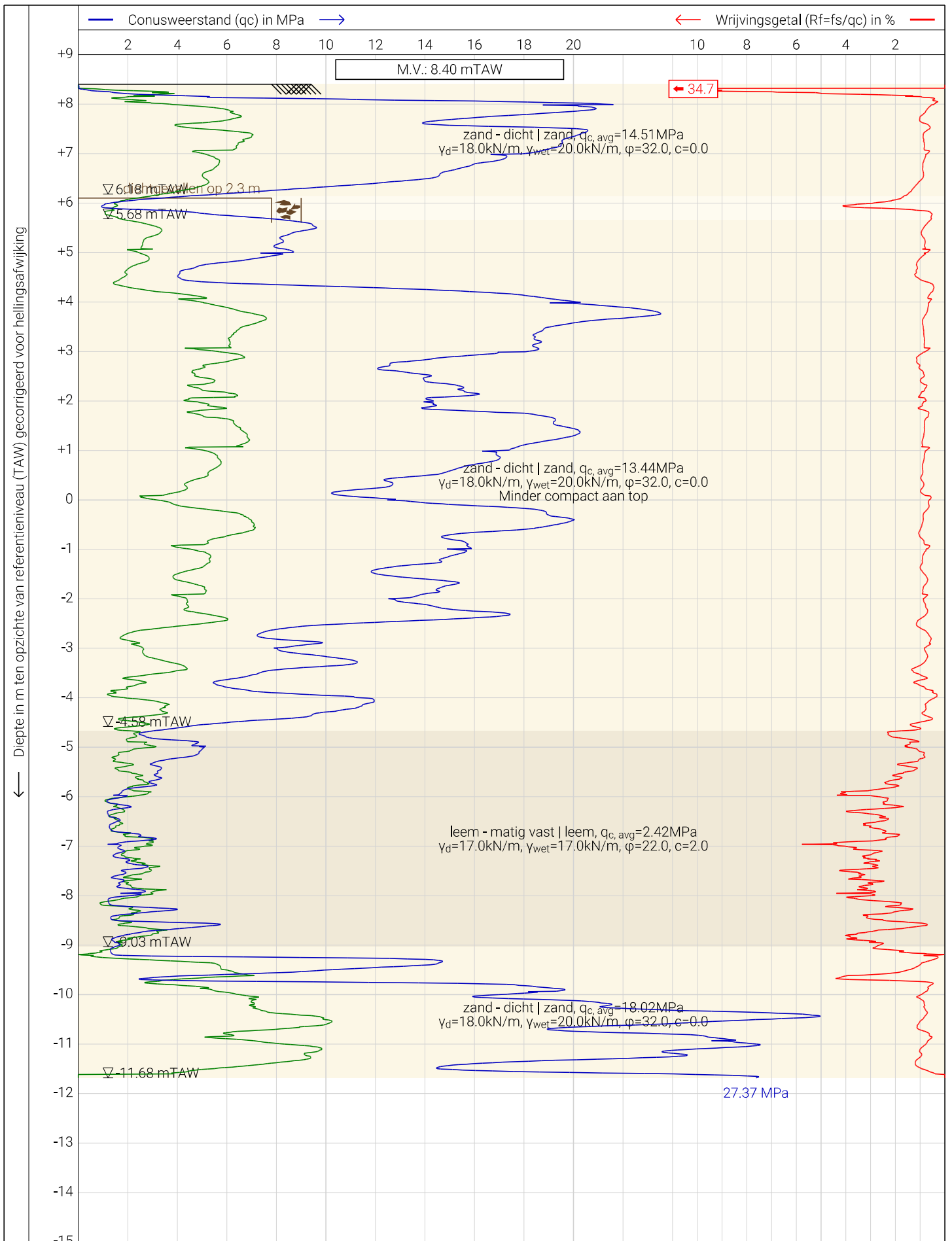




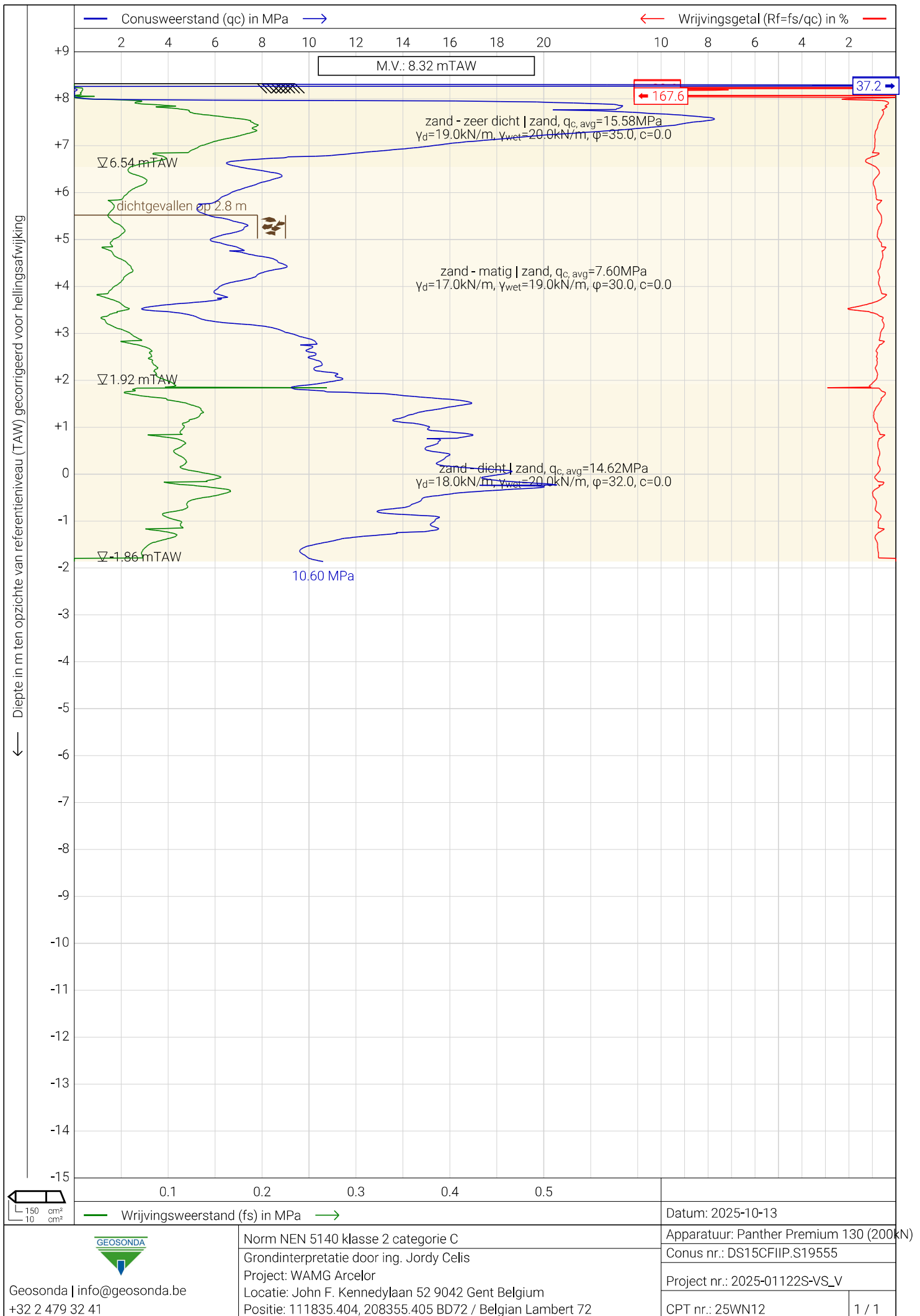








<p>Geosonda   info@geosonda.be +32 2 479 32 41</p>	<p>Norm NEN 5140 klasse 2 categorie C</p> <p>Grondinterpretatie door ing. Jordy Celis</p> <p>Project: WAMG Arcelor</p> <p>Locatie: John F. Kennedylaan 52 9042 Gent Belgium</p> <p>Positie: 111529.813, 208260.283 BD72 / Belgian Lambert 72</p>	<p>Datum: 2025-10-13</p>	
		<p>Apparatuur: Panther Premium 130 (200kN)</p>	
		<p>Conus nr.: DS15CFIIP.S19555</p>	
		<p>Project nr.: 2025-01122S-VS_V</p>	
		<p>CPT nr.: 25WN11</p>	<p>1 / 1</p>



## Bijlage II: Boringen

Sweco Belgium nv/sa  
Sluisstraat 97  
3000 Leuven  
België  
T+32(0)38081096  
[www.swecobelgium.be](http://www.swecobelgium.be)

Maatschappelijke zetel  
Sweco Belgium nv/sa  
Arenbergstraat 13, bus 1  
1000 Brussel  
België

BTW BE 0405 647 664  
RPR Brussel  
BNP PARIBAS FORTIS  
IBAN: BE97 2200 7208 2049  
BIC: GEBABEBB

Erwin Van Mieghem  
T +32 472 04 09 85  
[Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be](mailto:Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be)

# PROEFVERSLAG GRONDMECHANISCH ONDERZOEK

2025-01122 – WN Arcelor



**Opdrachtgever:** Sweco bv  
Arenbergstraat 11  
1000 Brussel

**Werfadres:** John F. Kennedylaan 51  
9042 Gent

**Datum proeven:** 13/10/2025 – 27/10/2025

## 1. Administratieve gegevens

Geosonda werd door Sweco bv aangesteld om een grondonderzoek uit te voeren op een terrein gelegen aan de John F. Kennedylaan 51 te 9042 Gent in het kader van de herontwikkeling van het terrein.

Onderstaande tabel vat de administratieve gegevens van het project samen.

Projectnummer Geosonda	2025-01122
Projectnaam	WN Arcelor
Opdrachtgever	Sweco bv Arenbergstraat 11 1000 Brussel
Werf	John F. Kennedylaan 51 9042 Gent
Datum uitvoering	13/10/2025 – 27/10/2025
Datum rapportage	17/11/2025
Projectleider / geotechnicus	Jordy Celis
Bijlagen	Bijlage 1: inplantingsplan Bijlage 2: grafieken en tabellen met meetresultaten Bijlage 3: boorbeschrijvingen

## 2. Uitgevoerde proeven

### 2.1 SONDERINGEN

Nummer	5, 10, 20 Ton	Continu / Discontinuu	Elektrisch / Mechanisch	Diepte (m)
25WN01	20	C	E	10
25WN02	20	C	E	10
25WN03	20	C	E	10
25WN06	20	C	E	20
25WN08	20	C	E	10
25WN09	20	C	E	20
25WN10	20	C	E	20
25WN11	20	C	E	20
25WN12	20	C	E	10

Er werden 9 sonderingen uitgevoerd met een capaciteit van 200 kN conform EN-ISO 22476-1(2). De metingen gebeurden continu met behulp van een elektrische conus met een oppervlak van 15cm<sup>2</sup>.

Bij de uitvoering van sonderingen wordt een sondeerconus met continue snelheid op diepte gebracht. Het indrukken van de conus wordt uitgevoerd m.b.v. het gewicht van de sondeerwagen of door verankering in de bodem (mini-rups of demontabel apparaat), waarbij de totale indrukcapaciteit afhankelijk van het apparaat en de opstellingswijze varieert van 50kN tot 200kN. Tijdens dit proces worden, naargelang de gebruikte conus, de punt- en totale of plaatselijke

wrijvingsweerstand bepaald. Beide waarden geven bij interpretatie een goede indicatie van de voorkomende geologie alsook de grondkarakteristieken.

Bij gebruik van een elektrische conus wordt het wrijvingsgetal bepaald, dit is de verhouding tussen lokale wrijvingsweerstand en de gemeten conusweerstand. Iedere grondsoort heeft een ander wrijvingsgetal. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

<u>Wrijvingsgetal in %</u>	<u>Grondsoort</u>
0,3 – 1,2	Zand, grof tot fijn
1,5 – 3,0	Silt
2,5 – 6,0	Klei
>6,0	veen

De sondeergrafieken en de tabellen met meetresultaten en afgeleide grondmechanische parameters van de desbetreffende sonderingen vindt u terug in [bijlage 2](#). In de tabellen worden de meetwaarden om de 20 cm weergegeven. Indien gewenst, kunnen alle meetwaarden doorgegeven worden.

## **2.2 BORINGEN EN PEILBUIZEN**

Er werden ook 5 boringen uitgevoerd tot 6 m diepte door middel van sonische boortechniek. Bij deze techniek zet de boorkop met hoogfrequente slagkracht trillingen over op een boorbuis. Dit zijn eenvoudige boringen met druk- en hamertechniek, die toelaten om een nauwkeurige boorbeschrijving af te leveren, en indien gewenst ook grondstalen te nemen voor analyses in het labo. Deze techniek heeft als voordeel om een nauwkeurige continue boorbeschrijving te kunnen opstellen. De boorstalen werden door een geoloog beschreven en de beschrijving is opgenomen

Alle boringen werden afgewerkt tot peilbuis met een diameter van 63 mm en een filterstelling terug te vinden in de boorstaten. De boorprofielen van de boringen kan u vinden in [bijlage 3](#). De peilbuizen dienen best gedurende een langere periode opgemeten te worden zodat ook de seizoensgebonden schommelingen van de grondwaterstand in kaart kunnen worden gebracht.

### **3. Inplanting, hoogtemeting en waterpeil**

Een plan met aanduiding van de uitgevoerde sonderingen is opgenomen in bijlage 1.

Het aanvangspeil in TAW alsook de Lambert coördinaten van de proeven werd bepaald m.b.v. een RTK-GPS.

### **4. Bodemgesteldheid en bespreking**

Volgens de geologische kaarten en de beschikbare informatie op Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) verwachten we ter hoogte van de onderzoekslocatie een afwisseling van quartaire grondlagen bestaande uit zand, silt, klei, grind en veen.

De vermoedelijke gelaagdheden worden weergegeven in de sondeergrafieken.

Wij hopen u met de uitvoering van dit grondonderzoek van dienst te zijn geweest. Voor bijkomende inlichtingen, proeven of een gedetailleerd funderingsadvies helpen wij u steeds graag verder.

Jordy Celis  
Geotechnicus

Geosonda bv

## **BIJLAGE 1: INPLANTINGSPLAN**

## **BIJLAGE 1: INPLANTINGSPLAN**



2025-01122

WAMG Arcelor

Aangemaakt op:  
05/11/2025

Naam	X	Y	Z
V 25WN01	112477,537	208297,015	8,37
V 25WN02	112406,485	208486,979	9,9
V 25WN09	110894,464	208299,012	8,44
V 25WN11	111529,813	208260,283	8,4
V 25WN12	111835,404	208355,405	8,32
V 25WN03	112268,552	208607,263	9,83
V 25WN06	111681,823	208500,525	8,48
V 25WN08	111296,223	208397,414	8,22
V 25WN10	110879,875	208143,194	8,29
P_V25WN03	112264,838	208601,996	9,71
P_V25WN09	110926,028	208329,918	8,36
P_V25WN06	111685,263	208501,584	8,48
P_V25WN10	110872,048	208144,678	8,38
P_V25WN12	111836,054	208352,715	8,35

**Legende**

- Peilbuis
- Sondering

## **BIJLAGE 3: BOORBESCHRIJVINGEN**

**Boring: V25WN03**

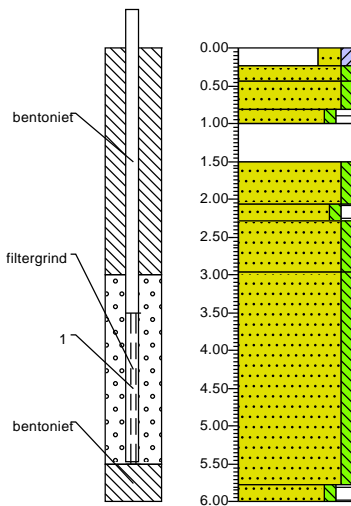
Datum: 23-10-2025

X: 112264,84

Y: 208601,99

Z (mTAW): 9.732

Ø peilbuis (mm): 63

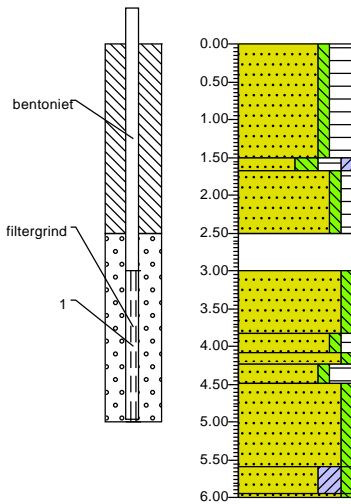


9.73	gras
9.50	Teelaarde of Humus, sterk zandig, zwak kleiig, zwak grindhoudend, donker zwartbruin, Sonic Drill
9.29	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak kalkhoudend, neutraal witgrijs, Sonic Drill
8.91	Zand fijn 63-200, zwak siltig, donkergrijs, Sonic Drill
8.73	Zand fijn 63-200, zwak siltig, matig organisch, sterk roesthoudend, brokken veen, donker bruinroest, Sonic Drill
8.23	Sonic Drill, Geen staal. Weggespoeld?
7.67	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak roesthoudend, donker grijsbeige, Sonic Drill
7.44	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak organisch, donker bruinbeige, Sonic Drill
6.77	Zand fijn 63-200, zwak siltig, lichtbeige, Sonic Drill
	Zand middelgrof 200-630, zwak siltig, neutraalgrijs, Sonic Drill
3.96	
3.73	Zand fijn 63-200, zwak siltig, matig organisch, donker bruingrijs, Sonic Drill

**Boring: V25WN06**

Datum: 23-10-2025

Z (mTAW): 8.36  
 Ø peilbuis (mm): 63



8.36	gras
	Zand fijn 63-200, zwak siltig, sterk organisch, donker zwartbruin, Sonic Drill
6.85	
6.69	Zand fijn 63-200, sterk siltig, sterk organisch, zwak kleiig, zwart, Sonic Drill
	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak organisch, neutraalgrijs, Sonic Drill
5.86	Sonic Drill, Geen staal. Weggespoeld?
5.36	Zand fijn 63-200, zwak siltig, neutraal beigegrijs, Sonic Drill
4.54	
4.28	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak organisch, donker bruingrijs, Sonic Drill
4.13	Zand fijn 63-200, zwak siltig, donkergrijs, Sonic Drill
3.88	Zand fijn 63-200, zwak siltig, sterk organisch, zwak veenhoudend, donker zwartgrijs, Sonic Drill
	Zand fijn 63-200, zwak siltig, neutraalgrijs, Sonic Drill
2.77	
2.36	Zand fijn 63-200, sterk kleiig, zwak siltig, donkergrijs, Sonic Drill
	Zand fijn 63-200, zwak siltig, donkergrijs, Sonic Drill

**Boring: V25WN09**

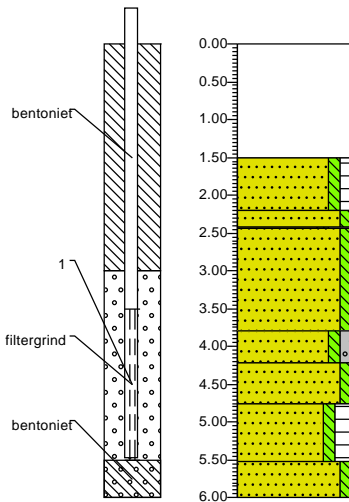
Datum: 23-10-2025

X: 110926,03

Y: 208329,91

Z (mTAW): 8.36

Ø peilbuis (mm): 63

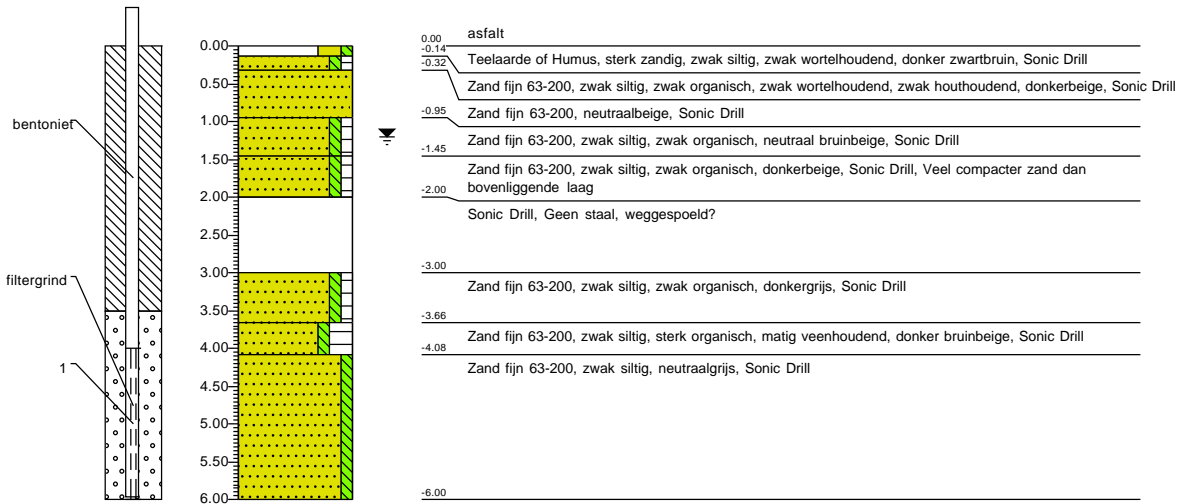


8.36	gras
	Sonic Drill, Voorboring
6.86	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak organisch, zwak grindhoudend, donker bruinbeige, Sonic Drill
6.16	Zand fijn 63-200, zwak siltig, neutraalbeige, Sonic Drill
5.92	Zand fijn 63-200, zwak siltig, sterk organisch, matig veenhoudend, donkerbruin, Sonic Drill
	Zand fijn 63-200, zwak siltig, neutraalgrijs, Sonic Drill
4.56	Zand fijn 63-200, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgrijs, Sonic Drill
4.14	Zand fijn 63-200, zwak siltig, neutraalgrijs, Sonic Drill
3.60	Zand fijn 63-200, zwak siltig, matig organisch, neutraalgrijs, Sonic Drill, Organisch rijke laagjes
2.84	Zand fijn 63-200, zwak siltig, donkergrijs, Sonic Drill
2.36	

**Boring: V25WN10**

Datum: 27-10-2025

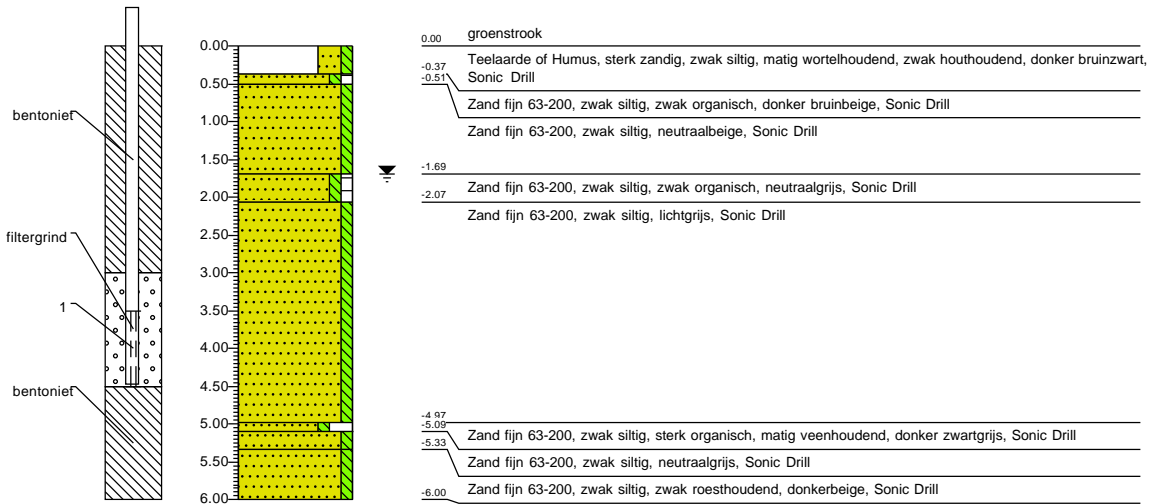
Ø peilbuis (mm): 63



**Boring: V25WN12**

Datum: 27-10-2025

Ø peilbuis (mm): 63



## Bijlage III: Peilbuizen

Sweco Belgium nv/sa  
Sluisstraat 97  
3000 Leuven  
België  
T+32(0)38081096  
[www.swecobelgium.be](http://www.swecobelgium.be)

Maatschappelijke zetel  
Sweco Belgium nv/sa  
Arenbergstraat 13, bus 1  
1000 Brussel  
België

BTW BE 0405 647 664  
RPR Brussel  
BNP PARIBAS FORTIS  
IBAN: BE97 2200 7208 2049  
BIC: GEBABEBB

Erwin Van Mieghem  
T +32 472 04 09 85  
[Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be](mailto:Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be)

# GTO

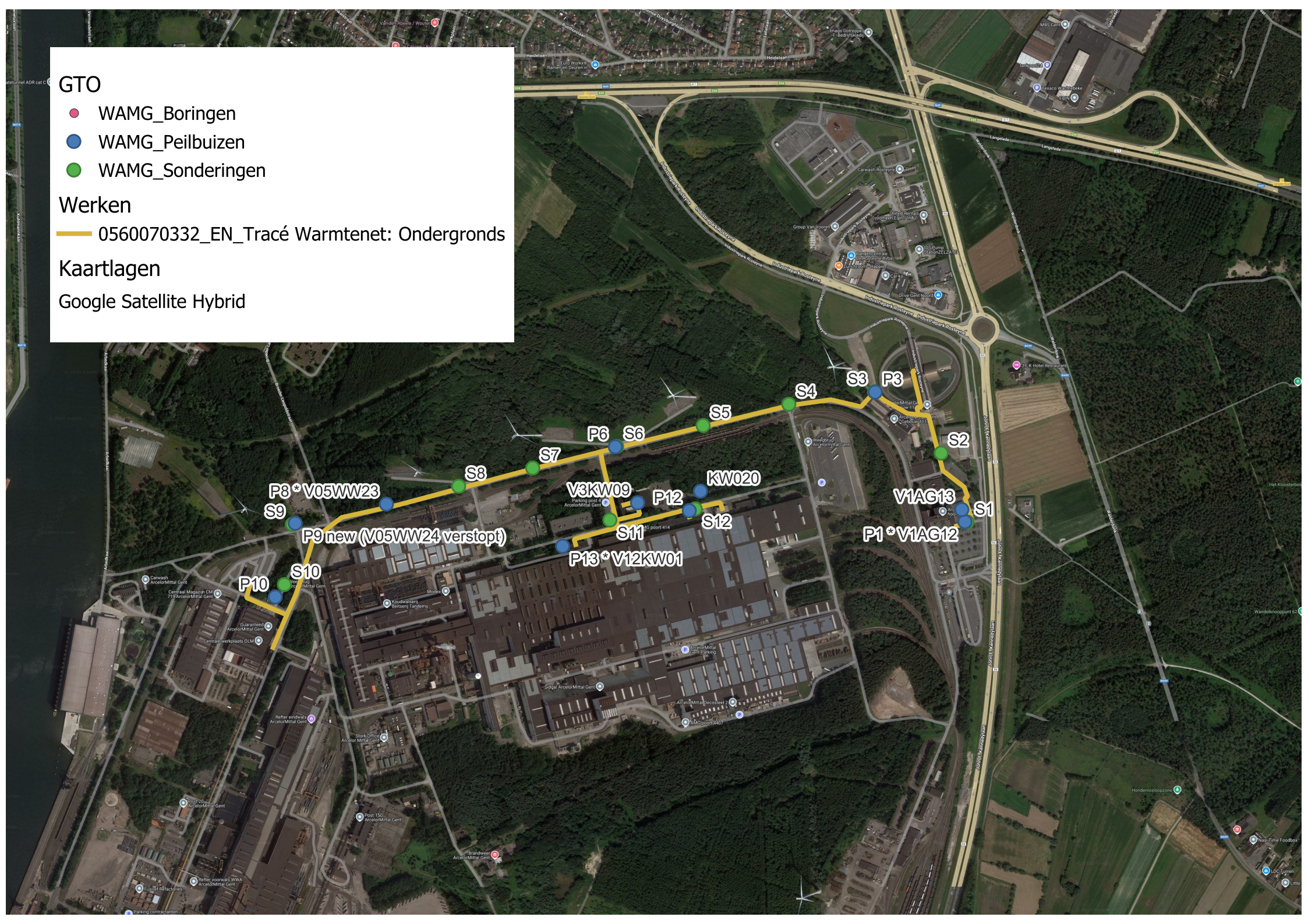
- WAMG\_Boringen
- WAMG\_Peilbuizen
- WAMG\_Sonderingen

## Werken

— 0560070332\_EN\_Tracé Warmtenet: Ondergronds

## Kaartlagen

Google Satellite Hybrid





p. de VIAGOS  
 optie meten; geen data

(geboorde diepte 3,5 m-mv)

2-tup (m-TAV) 8,558  
 3,735 m-tub  
 1/2/26

2-tup (m-TAV) 8,636  
 dring

(geboorde diepte 3,5 m-mv)

V86/mw  
 3,66 m-tub  
 26/7/22

V85/mw  
 3,82 m-tub  
 25/7/22

(geboorde diepte 3,5 m-mv)

V86/mw  
 2-tup (m-TAV) 8,523  
 dring

V44/mw  
 3,08 m-tub  
 (geboorde diepte 5 m-mv)  
 26/7/22

## Bijlage V: Stabiliteit

Sweco Belgium nv/sa  
Sluisstraat 97  
3000 Leuven  
België  
T+32(0)38081096  
[www.swecobelgium.be](http://www.swecobelgium.be)

Maatschappelijke zetel  
Sweco Belgium nv/sa  
Arenbergstraat 13, bus 1  
1000 Brussel  
België

BTW BE 0405 647 664  
RPR Brussel  
BNP PARIBAS FORTIS  
IBAN: BE97 2200 7208 2049  
BIC: GEBABEBB

Erwin Van Mieghem  
T +32 472 04 09 85  
[Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be](mailto:Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be)

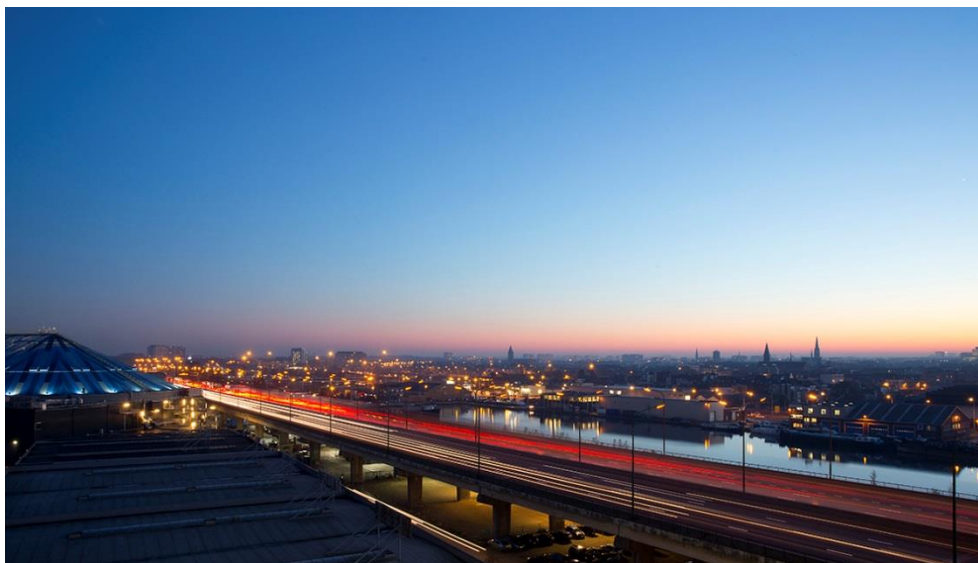
# RAPPORT

---

FLUXYS

Fluxys: Aanleg H2-vervoerleidingen in de Gentse haven (RO + LO)

**ONTWERP PERSING EN BESCHOEIING THV ALBERT DE SMETSTRAAT - PERSING 06**



19/04/2024

**AUTEUR: THOMAS MARTIEN**

Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding en situering</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grondonderzoek</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Persing</b>	<b>8</b>
3.1	Methodologie	8
3.2	Perskracht	8
3.3	Berekening zettingen	9
<b>4</b>	<b>Zettingen t.g.v. bemaling</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Combinatie van zettingen</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Conclusie</b>	<b>15</b>
<b>1</b>	<b>Bijlage 1: Zettingsberekening tgv persing</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>Bijlage 2: Zettingsberekening tgv bemaling</b>	<b>17</b>

1	12/03/2026	TMA	Initiële versie
Rev.	Datum	Door	Omschrijving

Gecontroleerd door	Paraaf	Goedgekeurd door	Paraaf
--------------------	--------	------------------	--------

## 1 Inleiding en situering

Deze rekennota betreft een berekening van 5 doorpersingen onder een spoorweg op de site van Arcelor Mital Gent (AMG). In voorliggende nota wordt de haalbaarheid van deze persingen onderzocht. Dit wordt gedaan a.d.h.v. een inschatting van de nodige perskracht alsook de zettingen t.g.v. van deze persing berekend a.d.h.v. de theorie van Peck. Eveneens worden de zettingen t.g.v. van de bemaling van de pers- en ontvangstuppen begroot. Echter, de zettingen t.g.v. de actieve wig van de beschoeiing worden niet beschouwd, gezien deze sterk afhankelijk zijn van de gebruikte uitvoeringstechniek door de aannemer. Het is vervolgens de verantwoordelijkheid van de aannemer om deze zettingen te begroten o.b.v. de gebruikte uitvoeringswijze, en te verzekeren dat de combinatie van alle zettingen (persing, bemaling en beschoeiing) aan de relevante eisen voldoet.

Er worden 5 persing uitgevoerd onder de sporen m.b.v. betonnen persbuizen. Persingen 1 t.e.m. 3 hebben een diameter DN700 en vertrekken vanuit een gezamenlijke persput. Gelet op deze gezamenlijke put worden deze persingen in het vervolg van deze nota samen beschouwd als persing A. Persingen 4 t.e.m. 5 hebben een diameter DN400 en worden eveneens uit een gezamenlijke put uitgevoerd. Deze gezamenlijke persing wordt persing B genoemd.

Alle persingen worden uitgevoerd met een dekking van 6m zoals afgesproken met AMG (spoorweg is in privébezit van AMG). Deze diepte voldoet aan de aanbevolen gronddekking op een geperste buis ( $d_u + 1m = 1,874m$  voor maatgevende DN700). Grondmechanisch worden geen extra randvoorwaarden op deze diepte gevonden, gezien de volledige persing in de bovenste zandlaag zal plaatsvinden, en dus met dezelfde boorkop kan gewerkt worden. Persing A heeft een lengte van 60m, persing B 40m.

De gezamenlijke parallelle persingen dienen op een hart-op-hart afstand van  $3x\emptyset$  uitgevoerd worden om deze afzonderlijk te mogen beschouwen (zowel naar zettingen als uitvoeringstechnisch). Dit betekent dat persingen 1 t.e.m. 3 een tussenafstand van 2,62m nodig hebben. De pers- en ontvangstput A dient hierop ook gedimensioneerd te worden; er is minimaal 9m breedte nodig om de 3 persingen naast elkaar te kunnen uitvoeren. Voor persingen 4 en 5 geldt een analoge beschouwing, hier is een tussenafstand van 1,7m nodig en dus een put van minstens 6m breed.

De pers- en ontvangstuppen worden ingepland rekening houdende met het beperken van zettingen t.g.v. de actieve wig. Dit betekent dat er minstens 5m afstand wordt gehouden tot zettingsgevoelige leidingen. Ook voorziet de inplanting een cirkelvormige bouwput zodanig dat deze zettingen van de actieve wig beperkt blijven. De bouwput is namelijk 7m diep, wat ongestempeld tot te grote zettingen zou leiden. Deze inplanting is echter een aanname in het huidige ontwerp, de aannemer is vrij een alternatieve uitvoeringswijze voor te stellen, gelet op de maatgevende eisen. Vooral voor de putten van persing A kan het voor de 3 parallelle persingen opportuun zijn om een rechthoekige put te voorzien (veel minder breed dan lang) waardoor minder grondverzet nodig is, maar wel een stempelraam. Dit wordt in meer detail besproken in de conclusie maar blijft steeds een vrijheid voor de aannemer.

Onderstaande tabel vat de geometrie van de persingen samen. De persingen kruisen beide een spoorweg. Persing A kruist een drinkwaterleiding en persing B doorkruist een rioleringsbuis met BOK 2,1m-mv, zoals te zien op Figuur 1. Op deze punten worden de zettingen in detail berekend.

Tabel 1: Samenvatting geometrie persing

	Persing A	Persing B
Geperste buizen	3xDN700	2xDN400
Lengte persing	60m	40m
Dekking buis	6m	6m
Diameter pers- en ontvangstput	Ø10m	Ø6m
Maaiveld	+8,5mTAW	+8,5mTAW
Bodempeil bouwput	+1,0mTAW	+1,0mTAW



Figuur 1: Inplanting persingen, pers- en ontvangstputten t.o.v. infrastructuur. (merk op dat de tussenafstand van de persingen nog niet op schaal getekend is)

## 2 Grondonderzoek

Bij de opmaak van voorliggende nota werd uitgegaan van de beschikbare gegevens uit het grondmechanisch onderzoek. Er werd in oktober 2025 door Geosonda sonderingen uitgevoerd in de buurt van de doorpersingen.



Figuur 2: Inplanting sonderingen

Voor de berekeningen van persing A wordt sondering V 25WN09 weerhouden (of kortweg S09), voor persing B sondering 06.

Op basis van deze sonderingen worden de volgende grondkarakteristieken gebruikt bij de berekeningen:

Tabel 2: Grondkarakteristieken obv S09 (Persing A)

Laag	Beschrijving	Top [mTAW]	$q_{c,avg}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [-]	c [-]
Laag 1	Middeldicht, quartair zand	8,50	10	17	19	30	0
Laag 2	Matig vaste, zandhoudende, quartaire klei	-5,0	1,0	17	17	20	4
Laag 3	Matig dicht, quartair zand	-6,0	8,0	17	19	30	0
Laag 4	Dicht, quartair zand	-9,5	20	18	20	32	0

**Tabel 3: Grondkarakteristieken obv S06 (Persing B)**

Laag	Beschrijving	Top [mTAW]	$q_{c,avg}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [-]	c [-]
Laag 1	Middeldicht, quartair zand	8,50	10	17	19	30	0
Laag 2	Matig vaste, zandhoudende, quartaire klei	-5,0	1,8	17	17	20	4
Laag 3	Middeldicht, quartair zand	-11,0	10	17	19	30	0

Beide sonderingen tonen een gelijke grondlagenopbouw in de bovenste meters. Echter wordt bij sondering S06 een dikker kleipakket vastgesteld met heel lage qc-waarden: 6m dik pakket klei tov 1m dik in S09. Hier worden meer zettingen verwacht t.g.v. de bemaling. De tertiaire lagen bevinden zicht op een peil van -16,0mTAW (formatie van Maldegem), alle lagen hierboven zijn quartair. Ook hierdoor worden meer zettingen t.g.v. bemaling verwacht.

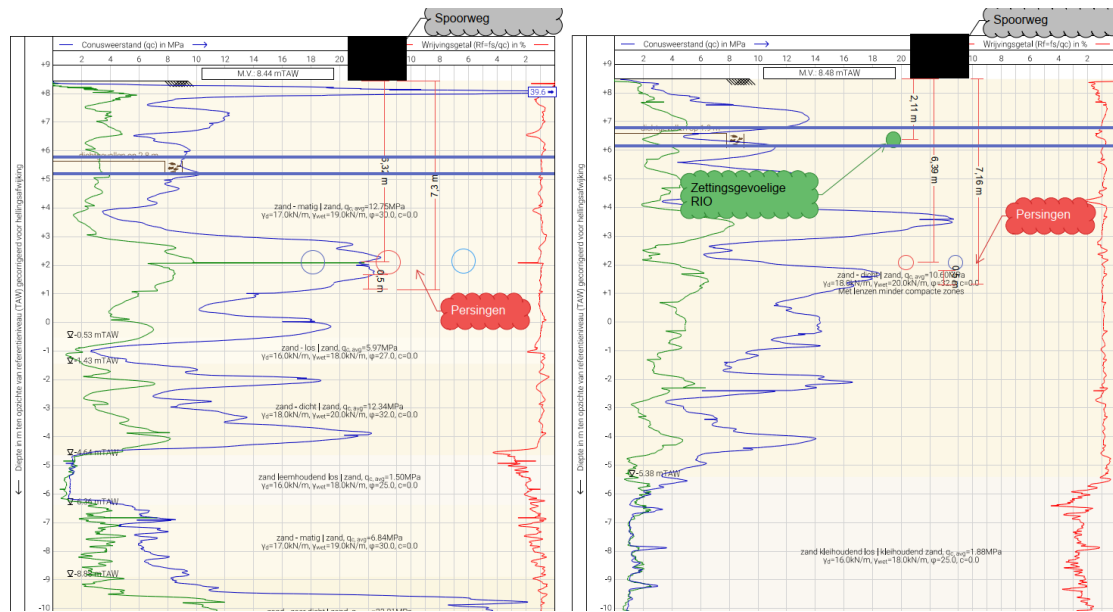
Peilbuizen PB09 en PB06 werden geplaatst om de grondwaterstand te monitoren. De gemeten waterpeilen zijn hieronder gegeven.

**Tabel 4 – Extreme gemeten grondwaterstand o.b.v. peilbuizen**

Datum meting	Grondwaterstand t.h.v. S09 (persing A) [mTAW]	Grondwaterstand t.h.v. S06 (persing B) [mTAW]
November 2025	5,30	6,30
Maart 2026	5,80	6,50

Gelet op de zeer korte duur van de metingen wordt nog een halve meter marge genomen op de maximale waterstand conform Richtlijnen Beschoeiingen. Voor de minimale waterstand is het conservatief deze zo hoog mogelijk in te schatten, dus wordt de gemeten waarde weerhouden.

Bij wijze van overzicht wordt op onderstaande figuren de geperste leiding op schaal getekend op de sonderingen, met ook de grondwaterstanden aangeduid. Merk op dat voor persing B er zowel een slechtere grondgesteldheid is, alsook een hogere waterstand. Er worden hier dus grotere zettingen t.g.v. een bemaling verwacht.



Figuur 3: Geotechnisch overzicht van de persing, grondgesteldheid en gekruiste infrastructuur. Persing A, S09 (links) en persing B, S06 (rechts)

## 3 Persing

### 3.1 Methodologie

De buizen uit gewapend beton worden vanuit de persput één na één doorgeperst. De doorpersing gebeurt door middel van hydraulische vijzels die voorzien zijn in de persput. De boring wordt uitgevoerd met een gesloten front waarbij de grond aan het ontgravingsfront wordt losgewoeld met een boorrad. De specifieke methodologie is afhankelijk van de uitvoerder. Voor de specifieke uitvoeringsbeschrijving verwijzen we naar de teksten van de uitvoerder.

### 3.2 Perskracht

De dekking op de buis bedraagt 6,3m. De buis heeft een buitendiameter van 874mm voor persing A en 564mm voor persing B. De doorpersingen worden uitgevoerd met gesloten front, er wordt geen voorgraven toegelaten. De doorpersing is mogelijk met een beperkte oversnijding van 1 cm op de straal. Tijdens de persing vergroot de holte hierdoor tot een diameter 879mm respectievelijk 569mm. Er blijft dus tussen de buis en de geruimde opening een ruimte open die volgens de theorie van Peck (zie verder in deze nota) aanleiding geeft tot zettingen. De exacte ligging en hoogte van het spoor moet worden opgemeten door de aannemer voor en tijdens de uitvoering.

De benodigde perskracht wordt hieronder berekend:

		Persing A	Persing B	
Hor. actieve grondrukcoëfficiënt	$K_{y,a} =$	0,406	0,406	
Korrelspanning tpv aslijn boring	$\sigma'_v =$	110	113	kN/m <sup>2</sup>
Grondwaterdruk tpv aslijn boring	$p_w =$	40	49	kN/m <sup>2</sup>
Resulterende horizontale kracht	$F_g =$	85	95	kN
Aanname indringingsweerstand	$I_r =$	50	50	kN/m <sup>2</sup>
Indringingskracht	$F_r =$	30	12	kN
<b>Resulterende frontkracht</b>	<b><math>F_b =</math></b>	<b>115</b>	<b>107</b>	<b>kN</b>
Lengte doorpersing	$L_d =$	60	40	m
Aanname mantelwrijving	$W =$	8,0	8,0	kN/m <sup>2</sup>
Mantelwrijving	$F_m =$	1318	567	kN

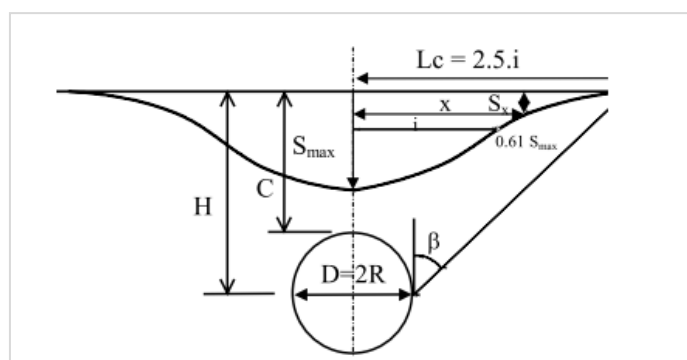
<b>Totale benodigde perskracht</b>	<b>F =</b>	<b>1432</b>	<b>674</b>	<b>kN</b>
Kar. sterkte beton	$f_{c,k} =$	<b>30</b>	<b>30</b>	N/mm <sup>2</sup>
Veiligheid beton	$Y_c =$	0,6	0,6	-
Rekenwaarde sterkte	$f_{c,d} =$	18	18	kN
Drukoppervlak	$A_c =$	135,56	73,84	Mm <sup>2</sup>
<b>Maximale perskracht</b>	<b>F<sub>c</sub> =</b>	<b>1220</b>	<b>665</b>	<b>kN</b>

Voor beide doorpersingen is 1 tussendrukstation nodig om de krachten in de buis te beperken. Volgens bovenstaande berekening is een totale perskracht van 1432kN respectievelijk 674kN nodig die op de beschoeiing zal aangrijpen. Bij uitvoering van de werken zal aan de aannemer die de doorpersing uitvoert, gevraagd worden om zijn zettingsberekeningen en sterkteberekeningen opnieuw voor te leggen, gebaseerd op de materialen en het materieel dat hij voorstelt voor de uitvoering van de werken.

### 3.3 Berekening zettingen

In dit rapport worden de gevolgen van de voorgestelde persing onder het spoor berekend voor de hierboven beschreven situatie. De zettingen worden berekend met de methode van Peck, waarna ze worden gecontroleerd aan de hand van de maximale toegelaten zetting, welke spoorwegbeheerder AMG toelaat. Aangezien AMG zelf geen eisen oplegt wordt teruggegrepen naar de eisen van Infrabel. In deze situatie wordt voor een spoor met een snelheid  $V < 40$  km/h een maximale zetting van 10mm toegelaten ter hoogte van de sporen, conform 'Technische voorschriften bij kruising onder de sporen §2.5.1.4 – Tabel 2.2'.

De oversnijding van de buis zorgt voor een volumeverlies die een zetting veroorzaakt aan het maaiveld volgens de theorie van Peck.



Gauss verdeling (Peck, 1969)

Hierbij wordt de grondonafhankelijke zettingstroog volgens Infrabel toegepast, zoals ook te zien in Bijlage 1. Voor de maatgevende persing A wordt de berekening in detail gegeven, voor persing B wordt integraal verwezen naar de bijlage.

$$s = s_{max} \cdot e^{-\frac{x^2}{2i^2}}$$

$$s_{max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi} \cdot i} \approx \frac{V_s}{2,5 \cdot i}$$

$$i = \left(\frac{z}{2R}\right)^{0,8} \cdot R \text{ voor grondonafhankelijke berekening (Infrabel)} = 2,13$$

$s_{max} = 5,2\text{mm}$  bij een oversnijding van 10mm op de diameter, bij 100% volumeverlies<sup>1</sup>

$s_{max}$  = maximale zetting

s = zetting op punt afstand x van as

i = buigpunt (m)

$V_s$  = volumeverlies = oppervlakte boorgat – oppervlakte buis

z = diepte persing in de as van de buis = 6,32

Peil van spoorweg = 8,5mTAW

Er bevinden zich zettingsgevoelige leidingen in het tracé van de persing. Deze liggen op een bepaalde diepte, waar de zettingen groter zijn dan aan het maaiveld gezien het volumeverlies minder gespreid kan worden. De berekening verlopen verder volstrekt analoog. Een overzicht van de invoer en resultaten van de berekeningen is gegeven in Tabel 5. Hier wordt conservatief gerekend met het maximale grondwaterpeil.

**Tabel 5: Overzicht berekeningen zettingen t.g.v. persing**

Persing	Infrastructuur	MV [mTAW]	PO max [mTAW]	Peil infrastructuur	Zetting t.g.v. persing [mm]
A	Spoorlijn	8,50	6,20	8,50	5,2
A	RIO	8,50	6,20	??	
B	Spoorlijn	8,50	7,00	8,50	3,7
B	RIO	8,50	7,00	6,40	5,0

Persing A gebeurt schuin t.o.v. de spoorweg, hierbij dient de scheluwte bekeken te worden, conform 'Technische voorschriften bij kruising onder de sporen §2.5.1.4 – Figuur 2.4'. De maximale scheluwte voor een spoor met  $V < 40\text{km/h}$  bedraagt 4,5mm. Echter gezien de absolute waarde van de zettingen reeds de grootteorde heeft van deze waarde, zal scheluwte nooit een probleem vormen.

<sup>1</sup> Voor de oversnijding wordt een voor de praktijk realistische waarde aangenomen van 10mm op de diameter. Dit volgens de Technische voorschriften bij kruisingen onder de sporen van Infrabel.

## 4 Zettingen t.g.v. bemaling

Voor de uitgraving van de pers- en ontvangstput dient de grondwatertafel eventueel verlaagd te worden. Hierdoor zal de verhanglijn van het grondwater veranderen, zoals berekend in de bemalingsnota. Uit de bemalingsnota volgt de waterverlaging t.o.v. de hoogste waterstand, hieruit volgt het bemalingspeil, in mTAW zoals getoond in kolom 5 van Tabel 3.

Voor de berekening van de zettingen t.g.v. bemaling wordt gerekend van het laagst gemeten waterpeil (analoog aan de bemalingsnota), zoals getoond in kolom 2 van Tabel 3. De verandering in korrelspanning ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot onder het laagste gemeten peil geeft aanleiding tot zettingen. Deze worden berekend volgens de theorie van Terzaghi, zoals getoond in Bijlage 2. Hier wordt de invloed van de bemaling doorgezet tot het spanningsverschil kleiner dan 10% bedraagt.

De te verwachten zettingen t.p.v. de dichtstbijzijnde infrastructuur wordt nader bekeken. Hier wordt gerekend met de geometrie van de persing zoals gegeven in Tabel 1 en de grondparameters zoals gegeven in Tabel 3 en Tabel 3. Een overzicht van de input en resultaten van de berekeningen is gegeven in Tabel 6. De maatgevende berekening is gegeven in Bijlage 2.

**Tabel 6: Overzicht berekeningen zettingen t.g.v. bemaling**

Persing	Infrastructuur	MV [mTAW]	PO min [mTAW]	Peil infrastructuur [mTAW]	Bemalingspeil [mTAW]	Zetting t.g.v. bemaling [mm]
A	Spoorlijn	8,50	5,30	8,50	1,00	0,9
A	RIO	8,50	5,30	??	4,00	
B	Spoorlijn	8,50	6,30	8,50	1,00	82,1
B	RIO	8,50	6,30	6,40	4,00	144,2

Bij persing A, met de grondgesteldheid volgens S09, is er slechts een beperkt kleipakket waar een spanningsverschil optreedt t.g.v. de bemaling. Hierdoor blijven de zettingen beperkt en kan theoretisch met een open bemaling gewerkt worden. Bij persing B, met de grondgesteldheid volgens S06, is er een groot kleipakket waar het spanningsverschil optreedt wat aanleiding geeft tot grote zettingen. Hier is een waterdichte bouwput dus nodig.

Uit de bemalingsstudie en de gedetailleerde berekeningen van de bouwput dient te blijken of het kleipakket in S06 voldoende waterdicht is om de bouwput af te sluiten. Indien niet zal een OWB nodig zijn om de put waterdicht te maken. Sowieso is voor beide persingen het gebruik van een OWB-vloer een mogelijkheid voor stabiliteitstechnische redenen.

Hoe dan ook dient dus voor persing B een waterdichte bouwput voorzien te worden en zullen er slechtsbeperkte zettingen t.g.v. de bemaling optreden. Voor persing A blijven beide mogelijkheden open. Veiligheidshalve worden hier de beperkte zettingen t.g.v. de mogelijke bemaling meegenomen in de conclusie.

Bij een waterdichte bouwput is er steeds een lekdebiet vanwege de hoge waterdrukken die op de beschoeiing aangrijpen, en gezien er steeds enige imperfecties zijn in deze beschoeiing (en aansluiting op het OWB). Er wordt vervolgens een berekening gedaan naar de maximale waterverlaging waarbij de zettingen nog voldoen aan de vooropgestelde eisen. Deze maximale waterstandverlaging kan vertaald worden naar een maximaal lekdebiet. Ook dient in uitvoering het waterpeil gemonitord te worden, en bij overschrijden van deze berekende waarde dienen maatregelen genomen te worden.

Voor sondering S06/persing B dient de grondwaterstand niet voorbij 4,5mTAW te zakken. Indien dit wel gebeurt, reikt het effect van de zettingen tot in de zwakke kleilaag en zullen deze te groot worden. Het bemalingspeil van 4,5mTAW betekent een maximale zakking t.o.v. het minimale grondpeil van 1,8m. Dit moet haalbaar zijn met een goed uitgevoerde bouwput.

## 5 Combinatie van zettingen

De bekomen zettingen t.g.v. bemaling en persing worden samengesteld, zoals getoond in Tabel 7. Deze totale\* zettingen kunnen dan vergeleken worden met de relevante eisen van de betreffende beheerder.

**Tabel 7: Overzicht bekomen zettingen t.p.v. de gekruiste infrastructuur**

Persing	Infrastructuur	Zetting t.g.v. persing [mm]	Zetting t.g.v. bemaling [mm]	Totale* zetting [mm]	Maximale zetting [mm]
A	Spoorlijn	5,2	0,9	6,3	10
A	RIO				-
B	Spoorlijn	3,7	82,1	85,8	10
B	RIO	5,0	144,2	149,2	-

\*Bovenstaande totale zetting betreft enkel de som van de zettingen t.g.v. de persing en de bemaling. De zettingen t.g.v. de actieve wig zijn nog niet beschouwd gezien deze sterk afhankelijk zijn van de gebruikte uitvoeringstechniek door de aannemer. Het is vervolgens de verantwoordelijkheid van de aannemer om deze zettingen te begroten o.b.v. de gebruikte uitvoeringswijze, en te verzekeren dat de combinatie van alle zettingen (persing, bemaling en beschoeiing) aan de relevante eisen voldoet. Merk op dat in het huidig ontwerp de gekruiste infrastructuur voornamelijk buiten de actieve wig voorzien is, waardoor geen extra zettingen voorzien worden. Dit is opnieuw een vrijheid voor de aannemer om aan te passen.

De gecombineerde zettingen ten gevolge van de persing A en de bemaling ter hoogte van de spoorweg lopen op tot 6,3mm. Binnen de actieve wig van de beschoeiing van de bouwput kunnen zettingen optreden als gevolg van de vervormingen van de beschoeiing. Indien met een open bouwput wordt gewerkt mag deze zetting vervolgens oplopen tot 4mm. Indien de bouwput hydraulisch afgesloten wordt dient geen rekening meer gehouden worden met de zetting ten gevolge bemaling. In dat geval in een bijkomende zetting van 6,8mm toelaatbaar. Dit soort bouwput kan voorzien worden door een combinatie van een waterremmende beschoeiing (damwanden, secanspalen, groutwand,...) en een waterremmende bodem (afsluitende kleilaag tussen werkvloer en steek beschoeiing, onderwaterbeton, groutlaag,...). Het is de verantwoordelijkheid van de aannemer om een gepaste uitvoeringswijze te voorzien en hiermee te verzekeren dat aan de eisen voldaan wordt.

De gecombineerde zettingen ten gevolge van de persing B en de bemaling ter hoogte van de spoorweg lopen te hoog op. Aangezien de zettingen t.g.v. de persing zelf wel voldoen aan de eisen, kan de persing uitgevoerd worden met een hydraulisch afgesloten bouwput. In dat geval in een bijkomende zetting van 6,3mm toelaatbaar. Bij een goede uitvoering zal het lekdebiet en vervolgens de zettingen beperkt zijn. Indien zoals berekend in de nota het grondwaterpeil boven 4,5mTAW blijft zullen de zettingen t.g.v. bemaling beperkt blijven. Dit soort bouwput kan voorzien worden door een combinatie van een waterremmende beschoeiing (damwanden, secanspalen, groutwand,...) en een waterremmende bodem (afsluitende kleilaag tussen werkvloer en steek beschoeiing, onderwaterbeton, groutlaag,...). Het is de verantwoordelijkheid van de aannemer om een gepaste uitvoeringswijze te voorzien en hiermee te verzekeren dat aan de eisen voldaan wordt.

## 6 Conclusie

De combinatie van de zettingen t.g.v. de bemaling en de zettingen t.g.v. de persing A t.h.v. de spoorweg voldoen aan de eisen van Infrabel. Binnen de actieve wig van de beschoeiing van de bouwput kunnen zettingen optreden als gevolg van de vervormingen van de beschoeiing. Indien met een open bouwput wordt gewerkt mag deze zetting oplopen tot 4mm. Indien de bouwput hydraulisch afgesloten wordt dient geen rekening meer gehouden worden met de zetting ten gevolge bemaling. In dat geval in een bijkomende zetting van 6,8mm toelaatbaar.

De combinatie van de zettingen t.g.v. de bemaling en de zettingen t.g.v. de persing B t.h.v. de spoorweg overschrijdt de maximale waarde van Infrabel. Aangezien de zettingen t.g.v. enkel de persing wel aan de eisen voldoet, kan de persing uitgevoerd worden mits er een waterdichte bouwkuip voorzien wordt. Hier is een bijkomende zetting van 6,3mm toelaatbaar.

Hier dient opgemerkt te worden dat de zettingen t.g.v. de actieve wig nog niet in detail berekend zijn, aangezien deze sterk afhankelijk zijn van de gebruikte uitvoeringstechniek door de aannemer. Ook de zettingen t.g.v. de bemaling zijn voor een waterdichte bouwput sterk afhankelijk van de uitvoering van deze bouwput. Bij een goede uitvoering zal het lekdebiet en de zettingen t.g.v. hiervan ook beperkt blijven. Het is vervolgens de verantwoordelijkheid van de aannemer om deze zettingen te begroten o.b.v. de gebruikte uitvoeringswijze, en te verzekeren dat de combinatie van alle zettingen (persing, bemaling en beschoeiing) aan de relevante eisen voldoet.

## 1 Bijlage 1: Zettingsberekening tgv persing

# RB 13007 Doorpersing 1.2



Rekenblad voor de berekening van een doorpersing met betrekking tot de maaiveldzettingen, de sterkte en de toelaatbare perskracht.

Conform zettingstrog van Peck, ATV A161 en EN1916

Copyrights Sweco Belgium, 2019

<b>Project:</b>	AMG
<b>Onderdeel:</b>	Zettingen tgv persing A, thv spoorweg
<b>Projectnummer:</b>	0601510168
<b>Opdrachtgever:</b>	
<b>Revisie:</b>	-
<b>Datum:</b>	donderdag 12 maart 2026
<b>Stabiliteitsingenieur</b>	TMA
<b>Contact:</b>	Sweco Belgium - Kantoor Gent Meersstraat 138A B-9000 Gent  T: +32 9241 59 20 F: +32 9241 59 30 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

Transportation & Mobility  
Meersstraat 138A  
B-9000 Gent

Project: **AMG**  
Onderdeel: **Zettingen tgv persing A, thv spoorweg**

Projectnummer:  
**0601510168**  
-

Stabiliteitsingenieur

**TMA**

Pagina:

1

Datum:

**12/03/26**

## 1 Inleiding

Deze rekennota betreft de berekening van een doorpersing en bevat de volgende elementen:

- Zettingstrog volgens Peck;
- Sterkteberekening buizen;
- Toelaatbare perskracht.

## 2 Algemene gegevens

### 2.1 Geometrie

Maaiveld locatie 1	$MV_1 =$	<b>8,50</b>	mTAW
Grondwaterpeil	$GWP =$	<b>6,20</b>	mTAW
Peil bovenkant persbuis	$Z_{top} =$	<b>2,62</b>	mTAW

### 2.2 Buiseigenschappen

Binnendiameter	$D_i =$	<b>700</b>	mm
Buitendiameter	$D_e =$	<b>874</b>	mm

### 2.3 Overige parameters

Gewicht droge grond	$\gamma_d =$	<b>16,0</b>	kN/m <sup>3</sup>
Gewicht natte grond	$\gamma_n =$	<b>18,0</b>	kN/m <sup>3</sup>
Gewicht water	$\gamma_w =$	<b>10,0</b>	kN/m <sup>3</sup>
Gewicht beton	$\gamma_b =$	<b>25,0</b>	kN/m <sup>3</sup>

Grondtype volgens Peck: **Grondonafhankelijk volgens Infrabel**

Wrijvingshoek	$\phi =$	<b>25</b>	°
Gronddrukcoëfficiënt	$K_1 =$	<b>0,41</b>	
Gronddrukcoëfficiënt	$K_2 =$	<b>0,50</b>	

### 3 Berekeningen

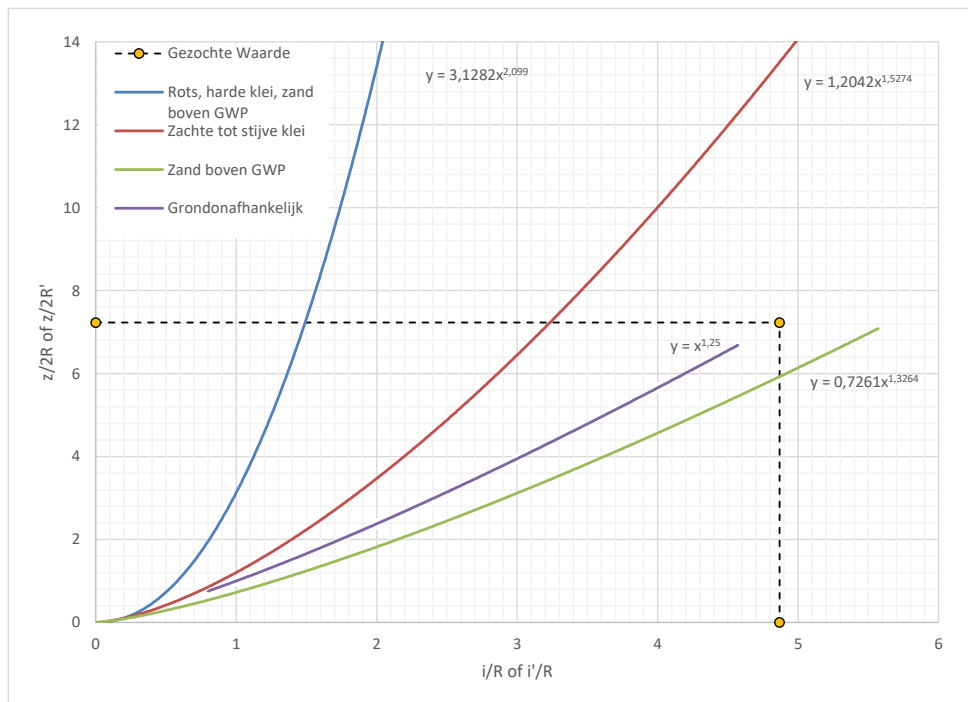
#### 3.1 Zettingstrog volgens Peck

##### 3.1.1 Gegevens

Diepte boring (as) 1	$h_{as1} =$	6,32	m
Buitendiameter	$D_e =$	0,874	m
Oversnijding op de straal	$\Delta r =$	<b>0,010</b>	m

##### 3.1.2 Berekeningen

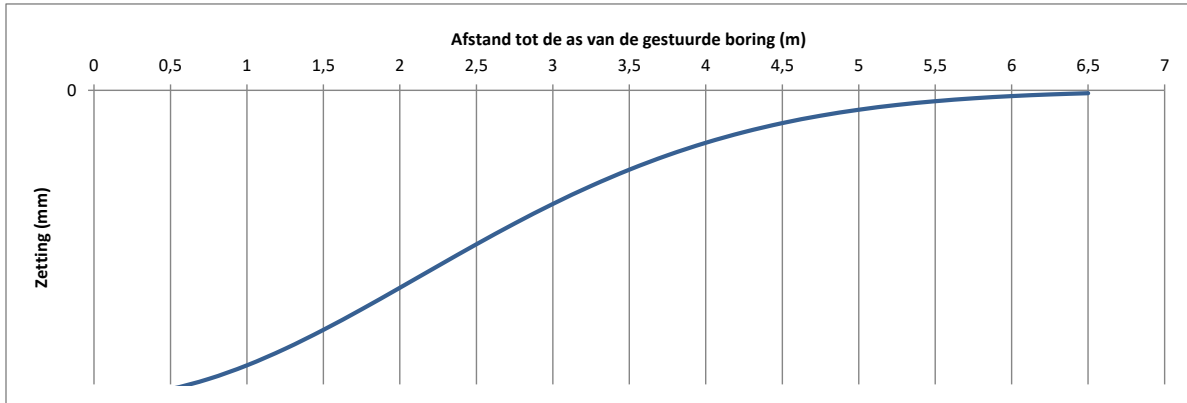
Diepteverhouding	$z/2R =$	7,23	
Buigpuntsverhouding	$i/R =$	4,87	
Buigpunt	$i =$	2,13	
Oppervlakte buizen	$A_b =$	0,5999	m <sup>2</sup>
Oppervlakte doorpersing	$A_o =$	0,6277	m <sup>2</sup>
Oppervlakte oversnijding	$A_t =$	0,0278	m <sup>2</sup>
Volumeverlies	$\Delta V_r =$	4,63%	
Maximale zetting	$s_{max} =$	<b>5,2</b>	mm
Max. differentiële zetting	$s_{diff} =$	<b>1,49</b>	‰



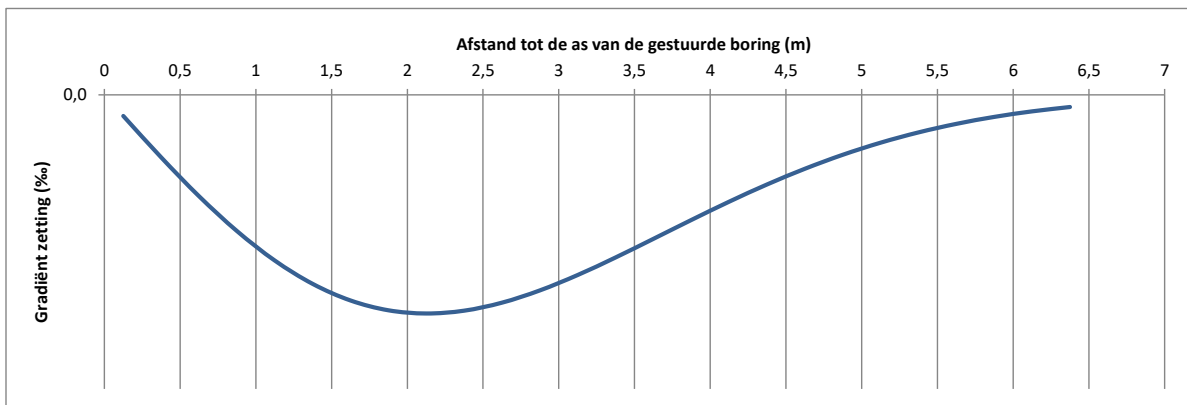
Figuur 1. Beschrijving zettingstrog volgens Peck.

## RB 13007 Doorpersing 1.2

### 3.1.3 Grafieken



Figuur 2.1 Zettingsverloop ter hoogte van locatie 1



Figuur 3.1 Gradiënt zettingsverloop ter hoogte van locatie 1

## RB 13007 Doorpersing 1.2

### 3.2 Sterkteberekening

#### 3.2.1 Gegevens

Binnendiameter	$D_i =$	0,700	m
Buitendiameter	$D_e =$	0,874	m
Gemiddelde diameter	$D_m =$	0,787	m
Gemiddelde straal	$r_m =$	0,394	m
Wanddikte	$s =$	0,0870	m
Maximum gronddekking	$h =$	5,88	m
Waterniveau boven buis	$h_w =$	3,58	m

#### 3.2.2 Berekeningen

##### 3.2.2.1 Gronddekking

$$\lambda_g = \frac{1 - e^{-2K_1 \tan\left(\frac{\Phi}{2}\right) \frac{h}{d_e \sqrt{3}}}}{2K_1 \tan\left(\frac{\Phi}{2}\right) \frac{h}{d_e \sqrt{3}}}$$

$$= 0,72$$

$$p_{Gv} = \lambda_g \times [(h-h_w)\gamma_d + h_w(\gamma_n - \gamma_w)]$$

$$= 47,09 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{Gh} = (p_{Gv} + 0,5 D_e (\gamma_n - \gamma_w))$$

$$= 25,29 \text{ kN/m}^2$$

##### 3.2.2.1 Overlasten

###### Wegverkeer

Type	$F_a$ kN	$F_e$ kN	$r_a$ m	$r_e$ m	restitutie- coëfficiënt
SLW60	100	500	0,25	1,82	1,2
SLW30	50	250	0,18	1,82	1,4
SLW12	40	80	0,15	2,26	1,5

Aanwezige overlast: **SLW60**

$$p_{V, \text{weg}} = \left(1 - \frac{0,9}{0,9 + \frac{4h^2 + h^6}{1,1 D_m^{\frac{2}{3}}}}\right) \times \left(\frac{F_a}{r_a^2 \pi} \left(1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{r_a}{h}\right)^2}\right)^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{3F_e}{2\pi h^2} \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_e}{h}\right)^2}\right)^{\frac{5}{2}}\right)\right)$$

$$= 6,87 \text{ kN/m}^2$$

###### Spoorverkeer

Spoorconfiguratie: **Meervoudig spoor**

$$p_{V, \text{spoor}} = 23,18 \text{ kN/m}^2$$

###### Totale overlastdruk

$$p_{mt} = 30,04 \text{ kN/m}^2$$

##### 3.2.2.3 Reductie-elementen

	Kruin		Basis		Flanken	
	mi	Mi	mi	Mi	mi	Mi
$M(G) = m_1 \cdot s \cdot \gamma_b \cdot r_m^2$	0,34500	0,12	0,44100	0,15	-0,39300	-0,13
$M(W) = m_2 \cdot \gamma_w \cdot r_m^3$	0,17200	0,10	0,22000	0,13	-0,19600	-0,12
$M(Q_v) = m_3 \cdot p_{Gv} \cdot r_m^2$	0,11250	0,82	0,11250	0,82	-0,11250	-0,82
$M(p_{Gh}) = m_4 \cdot p_{Gh} \cdot r_m^2$	-0,11250	-0,44	-0,11250	-0,44	0,11250	0,44
$M(p_{mt}) = m_5 \cdot p_{mt} \cdot r_m^2$	0,25000	1,16	0,25000	1,16	-0,25000	-1,16
$M_{tot}$		1,76		1,83		-1,79

## RB 13007 Doorpersing 1.2

### 3.2.2.3 Sterkteserie

De sterktereeks van een buis wordt gedefinieerd door een drukproef tot breuk. Men berekent de kracht P, nodig om hetzelfde moment te bereiken referend naar datgene bepaald in het vorige punt. Het maximale moment op de schedel wordt gegeven door volgende formule:

$$P = \frac{M_{\max} - 0,465 \cdot d_w \cdot \gamma_b \cdot r_m^2}{0,313 \cdot r_m} = \frac{1,67}{0,12} = 13,55 \text{ kN/m}$$

Op deze waarde worden veiligheidscoëfficiënten gerekend van 1,5 en 2,25 voor respectievelijk de scheur- en de breukweerstand.

$$P_n = 30,48 \text{ kN/m}$$

$$P_c = 20,32 \text{ kN/m}$$

Minimum vereiste sterktereeks:

$$P, \text{ x } d_i = 44 \text{ kN}$$

### 3.3 Toelaatbare perskracht

#### 3.3.1 Gegevens

Binnendiameter	$D_i =$	0,700	m
Buitendiameter	$D_e =$	0,874	m
Buitendiameter spie	$d_e =$	0,814	m
Kar. sterkte beton	$f_{ck} =$	30	N/mm <sup>2</sup>
Veiligheid beton	$\gamma_c =$	0,60	
Rekenwaarde sterkte	$f_{cu} =$	18	N/mm <sup>2</sup>

#### 3.3.2 Berekening

Drukoppervlak	$A_c = (d_e^2 - d_i^2) \pi / 4$
	$= 135,56 \text{ mm}^2$
Maximale perskracht	$F_{cj} = 0,5 \times f_{cu} \times A_c$
	$= 1220 \text{ kN}$

### 3.4 Nodige perskracht

#### 3.4.1 Berekening van de grond- en waterdruk op het boorfront

Hor. actieve grondrukcoëfficiënt	$K_{y;a} =$	0,406	
Korrelspanning tpv aslijn boring	$\sigma'_v =$	109	kN/m <sup>2</sup>
Grondwaterdruk tpv aslijn boring	$p_w =$	40	kN/m <sup>2</sup>
Resulterende horizontale kracht	$F_g =$	85	kN

#### 3.4.2 Berekening indringingskracht van het boorrad

Aanname indringingsweerstand	$I_r =$	50	kN/m <sup>2</sup>
Indringingskracht	$F_r =$	30	kN
<b>Resulterende frontkracht</b>	<b><math>F_b =</math></b>	<b>115</b>	<b>kN</b>

#### 3.4.3 Berekening mantelwrijving

Lengte doorpersing	$L_d =$	60	m
Aanname mantelwrijving	$W =$	8,0	kN/m <sup>2</sup>
Mantelwrijving	$F_m =$	1318	kN
<b>Totale benodigde perskracht</b>	<b><math>F =</math></b>	<b>1432</b>	<b>kN</b>
<b>Min. aantal tussendrukstations:</b>		<b>1</b>	<b>stuks</b>

# RB 13007 Doorpersing 1.2



Rekenblad voor de berekening van een doorpersing met betrekking tot de maaiveldzettingen, de sterkte en de toelaatbare perskracht.

Conform zettingstrog van Peck, ATV A161 en EN1916

Copyrights Sweco Belgium, 2019

<b>Project:</b>	AMG
<b>Onderdeel:</b>	Zettingen tgv persing B, thv spoorweg
<b>Projectnummer:</b>	0601510168
<b>Opdrachtgever:</b>	
<b>Revisie:</b>	-
<b>Datum:</b>	donderdag 12 maart 2026
<b>Stabiliteitsingenieur</b>	TMA
<b>Contact:</b>	Sweco Belgium - Kantoor Gent Meersstraat 138A B-9000 Gent  T: +32 9241 59 20 F: +32 9241 59 30 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

Transportation & Mobility  
Meersstraat 138A  
B-9000 Gent

Project: **AMG**  
Onderdeel: **Zettingen tgv persing B, thv spoorweg**

Projectnummer:  
**0601510168**  
-

Stabiliteitsingenieur

**TMA**

Pagina:

1

Datum:

**12/03/26**

## 1 Inleiding

Deze rekennota betreft de berekening van een doorpersing en bevat de volgende elementen:

- Zettingstrog volgens Peck;
- Sterkteberekening buizen;
- Toelaatbare perskracht.

## 2 Algemene gegevens

### 2.1 Geometrie

Maaiveld locatie 1	$MV_1 =$	<b>8,50</b>	mTAW
Grondwaterpeil	$GWP =$	<b>7,00</b>	mTAW
Peil bovenkant persbuis	$Z_{top} =$	<b>2,38</b>	mTAW

### 2.2 Buiseigenschappen

Binnendiameter	$D_i =$	<b>400</b>	mm
Buitendiameter	$D_e =$	<b>564</b>	mm

### 2.3 Overige parameters

Gewicht droge grond	$\gamma_d =$	<b>16,0</b>	kN/m <sup>3</sup>
Gewicht natte grond	$\gamma_n =$	<b>18,0</b>	kN/m <sup>3</sup>
Gewicht water	$\gamma_w =$	<b>10,0</b>	kN/m <sup>3</sup>
Gewicht beton	$\gamma_b =$	<b>25,0</b>	kN/m <sup>3</sup>

Grondtype volgens Peck: **Grondonafhankelijk volgens Infrabel**

Wrijvingshoek	$\phi =$	<b>25</b>	°
Gronddrukcoëfficiënt	$K_1 =$	<b>0,41</b>	
Gronddrukcoëfficiënt	$K_2 =$	<b>0,50</b>	

### 3 Berekeningen

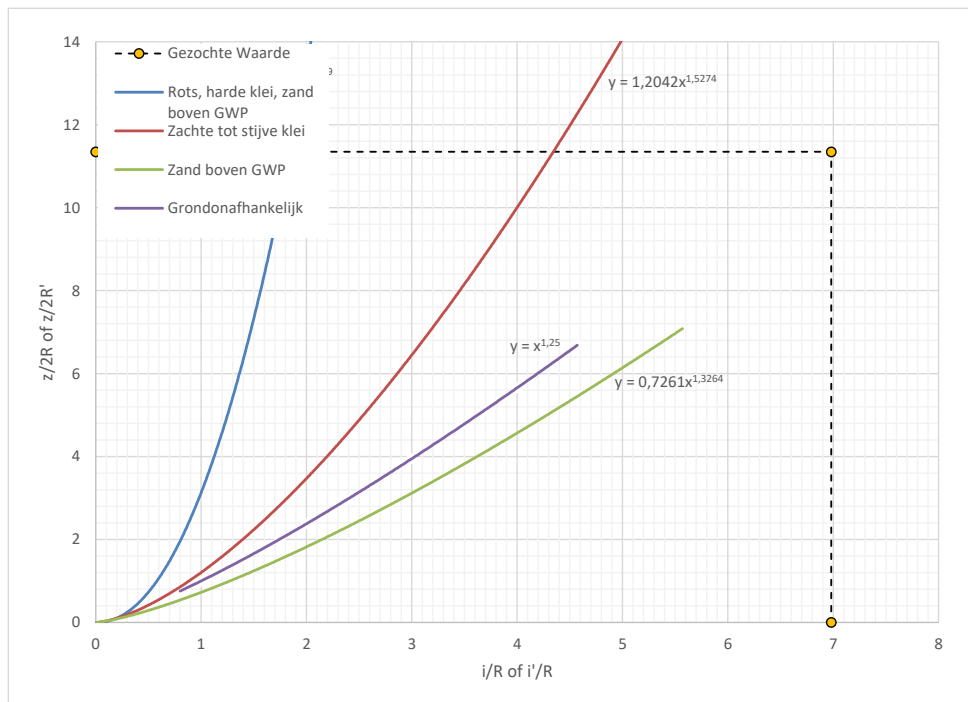
#### 3.1 Zettingstrog volgens Peck

##### 3.1.1 Gegevens

Diepte boring (as) 1	$h_{as1} =$	6,40	m
Buitendiameter	$D_e =$	0,564	m
Oversnijding op de straal	$\Delta r =$	0,010	m

##### 3.1.2 Berekeningen

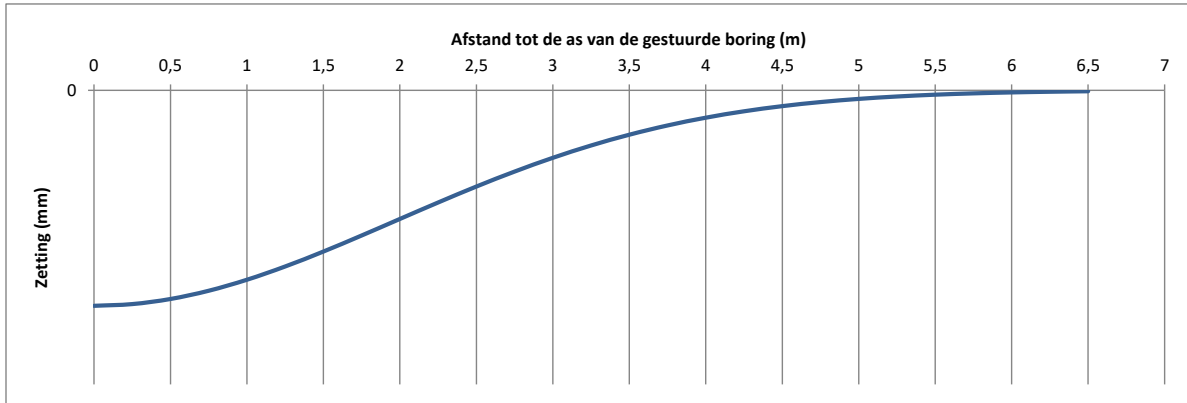
Diepteverhouding	$z/2R =$	11,35	
Buigpuntsverhouding	$i/R =$	6,98	
Buigpunt	$i =$	1,97	
Oppervlakte buizen	$A_b =$	0,2498	m <sup>2</sup>
Oppervlakte doorpersing	$A_o =$	0,2679	m <sup>2</sup>
Oppervlakte oversnijding	$A_t =$	0,0180	m <sup>2</sup>
Volumeverlies	$\Delta V_r =$	7,22%	
Maximale zetting	$s_{max} =$	3,7	mm
Max. differentiële zetting	$s_{diff} =$	1,12	‰



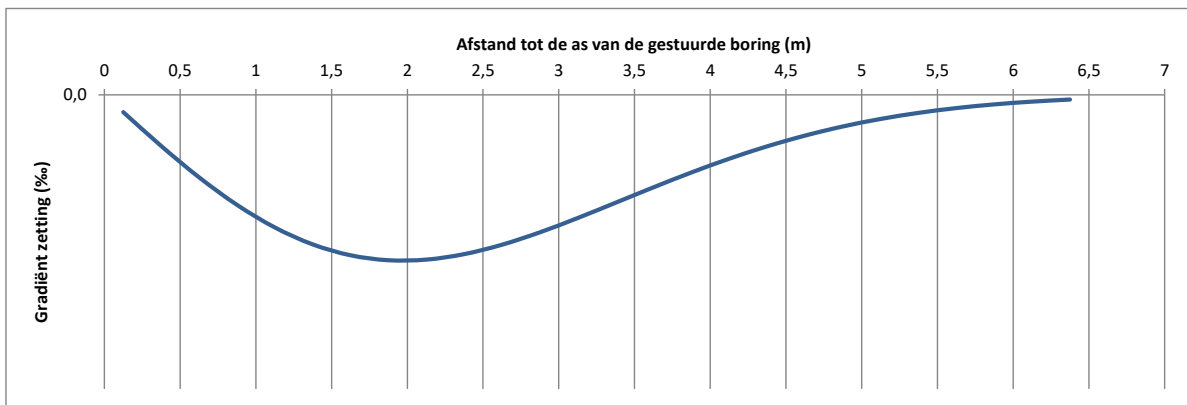
Figuur 1. Beschrijving zettingstrog volgens Peck.

## RB 13007 Doorpersing 1.2

### 3.1.3 Grafieken



Figuur 2.1 Zettingsverloop ter hoogte van locatie 1



Figuur 3.1 Gradiënt zettingsverloop ter hoogte van locatie 1

## RB 13007 Doorpersing 1.2

### 3.2 Sterkteberekening

#### 3.2.1 Gegevens

Binnendiameter	$D_i =$	0,400	m
Buitendiameter	$D_e =$	0,564	m
Gemiddelde diameter	$D_m =$	0,482	m
Gemiddelde straal	$r_m =$	0,241	m
Wanddikte	$s =$	0,0820	m
Maximum gronddekking	$h =$	6,12	m
Waterniveau boven buis	$h_w =$	4,62	m

#### 3.2.2 Berekeningen

##### 3.2.2.1 Gronddekking

$$\lambda_g = \frac{1 - e^{-2K_1 \tan\left(\frac{\Phi}{2}\right) \frac{h}{d_e \sqrt{3}}}}{2K_1 \tan\left(\frac{\Phi}{2}\right) \frac{h}{d_e \sqrt{3}}}$$

$$= 0,60$$

$$p_{Gv} = \lambda_g \times [(h-h_w)\gamma_d + h_w(\gamma_n - \gamma_w)]$$

$$= 36,56 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{Gh} = (p_{Gv} + 0,5 D_e (\gamma_n - \gamma_w))$$

$$= 19,41 \text{ kN/m}^2$$

##### 3.2.2.1 Overlasten

###### Wegverkeer

Type	$F_a$ kN	$F_e$ kN	$r_a$ m	$r_e$ m	restitutie- coëfficiënt
SLW60	100	500	0,25	1,82	1,2
SLW30	50	250	0,18	1,82	1,4
SLW12	40	80	0,15	2,26	1,5

Aanwezige overlast: **SLW60**

$$p_{V, \text{weg}} = \left(1 - \frac{0,9}{0,9 + \frac{4h^2 + h^6}{1,1 D_m^{\frac{2}{3}}}}\right) \times \left(\frac{F_a}{r_a^2 \pi} \left(1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{r_a}{h}\right)^2}\right)^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{3F_e}{2\pi h^2} \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_e}{h}\right)^2}\right)^{\frac{5}{2}}\right)\right)$$

$$= 6,43 \text{ kN/m}^2$$

###### Spoorverkeer

Spoorconfiguratie: **Meervoudig spoor**

$$p_{V, \text{spoor}} = 23,00 \text{ kN/m}^2$$

###### Totale overlastdruk

$$p_{mt} = 29,43 \text{ kN/m}^2$$

##### 3.2.2.3 Reductie-elementen

	Kruin		Basis		Flanken	
	mi	Mi	mi	Mi	mi	Mi
$M(G) = m_1 \cdot s \cdot \gamma_b \cdot r_m^2$	0,34500	0,04	0,44100	0,05	-0,39300	-0,05
$M(W) = m_2 \cdot \gamma_w \cdot r_m^3$	0,17200	0,02	0,22000	0,03	-0,19600	-0,03
$M(Qv) = m_3 \cdot p_{Gv} \cdot r_m^2$	0,11250	0,24	0,11250	0,24	-0,11250	-0,24
$M(p_{Gh}) = m_4 \cdot p_{Gh} \cdot r_m^2$	-0,11250	-0,13	-0,11250	-0,13	0,11250	0,13
$M(p_{mt}) = m_5 \cdot p_{mt} \cdot r_m^2$	0,25000	0,43	0,25000	0,43	-0,25000	-0,43
$M_{tot}$		0,60		0,62		-0,61

## RB 13007 Doorpersing 1.2

### 3.2.2.3 Sterkteserie

De sterktereeks van een buis wordt gedefinieerd door een drukproef tot breuk. Men berekent de kracht P, nodig om hetzelfde moment te bereiken referend naar datgene bepaald in het vorige punt. Het maximale moment op de schedel wordt gegeven door volgende formule:

$$P = \frac{M_{\max} - 0,465 \cdot d_w \cdot \gamma_b \cdot r_m^2}{0,313 \cdot r_m} = \frac{0,57}{0,08} = 7,52 \text{ kN/m}$$

Op deze waarde worden veiligheidscoëfficiënten gerekend van 1,5 en 2,25 voor respectievelijk de scheur- en de breukweerstand.

$$P_n = 16,92 \text{ kN/m}$$

$$P_c = 11,28 \text{ kN/m}$$

Minimum vereiste sterktereeks:

$$P, \text{ x } d_i = 42 \text{ kN}$$

### 3.3 Toelaatbare perskracht

#### 3.3.1 Gegevens

Binnendiameter	$D_i =$	0,400	m
Buitendiameter	$D_e =$	0,564	m
Buitendiameter spie	$d_e =$	0,504	m
Kar. sterkte beton	$f_{ck} =$	30	N/mm <sup>2</sup>
Veiligheid beton	$\gamma_c =$	0,60	
Rekenwaarde sterkte	$f_{cu} =$	18	N/mm <sup>2</sup>

#### 3.3.2 Berekening

Drukoppervlak	$A_c = (d_e^2 - d_i^2) \pi / 4$	
	$= 73,84$	mm <sup>2</sup>
Maximale perskracht	$F_{cj} = 0,5 \times f_{cu} \times A_c$	
	$= 665$	kN

### 3.4 Nodige perskracht

#### 3.4.1 Berekening van de grond- en waterdruk op het boorfront

Hor. actieve grondrukcoëfficiënt	$K_{y;a} =$	0,406	
Korrelspanning tpv aslijn boring	$\sigma'_v =$	112	kN/m <sup>2</sup>
Grondwaterdruk tpv aslijn boring	$p_w =$	49	kN/m <sup>2</sup>
Resulterende horizontale kracht	$F_g =$	95	kN

#### 3.4.2 Berekening indringingskracht van het boorrad

Aanname indringingsweerstand	$I_r =$	50	kN/m <sup>2</sup>
Indringingskracht	$F_r =$	12	kN
<b>Resulterende frontkracht</b>	<b><math>F_b =</math></b>	<b>107</b>	<b>kN</b>

#### 3.4.3 Berekening mantelwrijving

Lengte doorpersing	$L_d =$	40	m
Aanname mantelwrijving	$W =$	8,0	kN/m <sup>2</sup>
Mantelwrijving	$F_m =$	567	kN
<b>Totale benodigde perskracht</b>	<b><math>F =</math></b>	<b>674</b>	<b>kN</b>
<b>Min. aantal tussendrukstations:</b>		<b>1</b>	<b>stuks</b>

## 2 Bijlage 2: Zettingsberekening tgv bemaling

# CS 07003 Bemaling bouwput 0.4



Zettingen ten gevolge van bemalingen voor een bouwput - of sleuf

Conform Richtlijn bemalingen 2009 en zettingen volgens Terzaghi

Copyrights Sweco Belgium, 2016

<b>Project:</b>	AMG
<b>Onderdeel:</b>	Zettingen tgv bemaling
<b>Projectnummer:</b>	0601510168
<b>Opdrachtgever:</b>	
<b>Revisie:</b>	-
<b>Datum:</b>	donderdag 12 maart 2026
<b>Geotechnisch ingenieur:</b>	TMA
<b>Contact:</b>	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent  T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

Division Infrastructure  
Elfjulistraat 43  
B-9000 Gent

Project: **AMG**  
Onderdeel: **Zettingen tgv bemaling**

Projectnummer:  
**0601510168**  
-

Geotechnisch ingenieur: **TMA**

Pagina: **1**

Datum: **12/03/26**

# 1 Inleiding

## 1.1 Beschrijving

Deze rekennota betreft de zettingsberekeningen ter hoogte van de uit te voeren werken. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Opsomming van het beschikbare grondonderzoek (zie bijlage(n));
- Geometrie van bouwput en/of -sleuf;
- Zettingsberekeningen ten gevolge van de bemalingen.

## 1.2 Uitgangspunten

### 1.2.1 Grondkarakteristieken

De grondlaagopbouw wordt bepaald aan de hand van de beschikbare sonderingen en boringen. De laagindeling volgt de karakteristieke waarden in Tabel 2.1 van prNBN EN 1997-1 ANB. De doorlatendheidscoëfficiënten zijn afgeleid uit CUR 166 of volgens de formules van oa. Hazen, Seelheim, Zieschung en Beyer.

### 1.2.2 Bemalingsberekeningen

De verhanglijnen en bemalingsdiepten worden berekend met behulp van de formules van Dupuit (freatisch grondwater), Tessendorf (artesisch grondwater) en Sichardt.

De invloedstraal bij een bemaling van een rechthoekige bouwput is dan als volgt:

$$R = 3000 \times s \times k^{1/2} \quad (\text{invloedstraal bemaling})$$

$$R_{eq} = (l \times b / \pi)^{1/2} \quad (\text{equivalente straal bouwput})$$

De invloedstraal bij een bemaling van een sleuf is dan als volgt:

$$R = 2000 \times s \times k^{1/2} \quad (\text{invloedstraal bemaling})$$

$$R_{eq} = b/2 \quad (\text{equivalente straal bouwput})$$

De totale invloedsstraal van de bemaling wordt aldus :

$$R_{tot} = R + R_{eq}$$

Waarbij:

- k : doorlatendheidscoëfficiënt
- s : afmalingsdiepte
- b : breedte bouwput
- l : lengte bouwput

Vervolgens wordt het verloop van de waterlijn berekend, voor een willekeurig punt op afstand x van de bouwputrand, met volgende formules:

In het geval van een sleuf:

$$s_x = H - \left( H^2 - (H^2 - h^2) \frac{R_{tot} - x}{R_{tot} - R_{eq}} \right)^{1/2} \quad (\text{freatisch water})$$

$$s_x = (H - h) \frac{R_{tot} - x}{R_{tot} - R_{eq}} \quad (\text{artesisch water})$$

In het geval van een bouwput:

$$s_x = H - \left( H^2 - (H^2 - h^2) \frac{\ln R_{tot} - \ln x}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}} \right)^{1/2} \quad (\text{freatisch water})$$

$$s_x = (H - h) \frac{\ln R_{tot} - \ln x}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}} \quad (\text{artesisch water})$$

Waarbij:

- H : waterhoogte initieel peil ten opzichte van ondoorlatende laag
- h : waterhoogte te bemalen peil ten opzichte van ondoorlatende laag
- x : afstand van de rand van de bouwput

Division Infrastructure Eilfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: <b>AMG</b> Onderdeel: <b>Zettingen tgv bemaling</b>	Projectnummer: <b>0601510168</b> - Datum: <b>12/03/26</b>
Geotechnisch ingenieur: <b>TMA</b>	Pagina: <b>2</b>	Datum: <b>12/03/26</b>

## CS 07003 Bemaling bouwput 0.4

### 1.2.3 Zettingsberekeningen

De zettingen worden bepaald door middel van de samendrukkingswet van Terzaghi:

$$s = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\Delta h_i}{C_i} \ln \left( 1 + \frac{\Delta \sigma_v}{\sigma_{v,i}} \right)$$

Hierbij wordt de ondergrond opgesplitst in deellaagjes met hoogte  $\Delta h_i$  en samendrukkingsconstante  $C_i$ . Die laatste worden berekend uit de conusweerstand van de sonderingen met behulp van de coëfficiënten van Sanglerat, zoals aangegeven in "Richlijnen Bemalingen 2009".

$\sigma_{v,i}$  is de initiële effectieve spanning van de grond in rust in elk deellaagje en  $\Delta \sigma_v$  is de spanningstoename tengevolge van de bemaling in elk deellaagje. De spanningstoename is gereduceerd in de diepte door middel van de invloedscoefficiënt  $i(z)$ .

### 1.2.4 Debietsberekeningen

Bijkomend worden de bemalingsdebiets voor de gegeven geometrie berekend. Als eerste wordt het nodige debiet bepaald:

In het geval van een sleuf:

$$Q_0 = \frac{k}{R_{tot}} (H^2 - h^2) \quad (\text{freatisch water})$$

$$Q_0 = \frac{2km}{R_{tot}} (H - h) \quad (\text{artesisch water})$$

In het geval van een bouwput:

$$Q_0 = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}} \quad (\text{freatisch water})$$

$$Q_0 = \frac{2\pi km (H - h)}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}} \quad (\text{artesisch water})$$

waarbij  $m$  de dikte van de spanningslaag.

Indien de ontrekkingsbron niet tot op de ondoorlatende laag reikt dan zal over het onderste gedeelte van de bron een groter debiet worden onttrokken tengevolge van een concentratie van de stroomlijnen. Voor deze onvolkomenheid wordt er een toeslag van +30% in rekening gebracht.

Bij de bepaling van het aantal filters is het maximaal te bemalen debiet per filter nodig. Dat debiet wordt als volgt bekomen:

$$Q_{max} = \frac{\pi d f k^{1/2}}{15}$$

## 2 Berekeningen

Op de volgende pagina's wordt voor de verschillende locaties en/of sonderingen het volgende gegeven:

- Gegevens met betrekking tot de geometrie van de bouwput;
- Gegevens met betrekking tot de grondkarakteristieken;
- Berekeningen van de invloedstralen;
- Berekeningen van de verwachte zettingen;
- Overzichtstabel van de berekeningen.

Dit wordt gedaan voor:

- 1) SXX - Vorm bouwput: sleuf, op een afstand 0 m van de rand van de bouwput.  
#REF!

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: <b>AMG</b> Onderdeel: <b>Zettingen tgv bemaling</b>	Projectnummer: <b>0601510168</b> -
Geotechnisch ingenieur: <b>TMA</b>	Pagina: <b>3</b>	Datum: <b>12/03/26</b>

## CS 07003 Bemaling bouwput 0.4

### 2.1,5 Bemaling ter hoogte van sondering S\_V25WN06

#### 2.1,5.1 Gegevens

##### 2.1,5.1.1 Geometrie

Maaiveldpeil MV = 8,50 mTAW  
Grondwaterpeil GW = 6,30 mTAW  
Spanningswater

Vorm bouwput rechthoekig

Bodempeil bouwput  $Z_{bp} = 1,20$  mTAW  
Breedte bouwput  $B_{bp} = 7,00$  m  
Lengte bouwput  $L_{bp} = 7,00$  m

Bemalingspeil  $Z_{bem} = 1,00$  mTAW  
Lengte geplaatste filter  $L_f = 10,00$  m (schatting)  
Diameter filter  $d = 0,15$  m

##### 2.1,5.1.2 Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek: XXX  
Referentie grondonderzoek: XXX

Sondering: S\_V25WN06  
Boring: BXX

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond  $\gamma_d = EC7$  kN/m<sup>3</sup>  
Gewicht natte grond  $\gamma_n = EC7$  kN/m<sup>3</sup>  
Gewicht water  $\gamma_w = 10$  kN/m<sup>3</sup>

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: **fijn zand**

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt:  $k = 1,00E-04$  m/s

##### 2.1,5.2 Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte H = 7,80 m  
Afmalingsdiepte s = 5,30 m  
Waterhoogte (H-s) h = 2,50 m

##### 2.1,5.2.1 Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

$$R = 159,00 \text{ m}$$

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

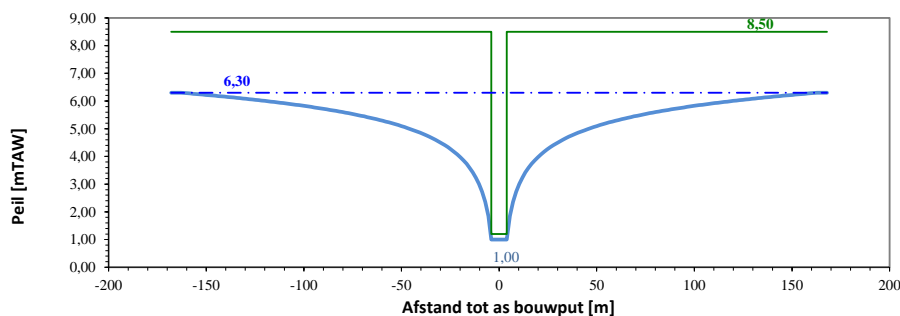
$$R_{eq} = 3,95 \text{ m}$$

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

$$R_{tot} = 162,95 \text{ m}$$

##### 2.1,5.2.2 Verloop verhanglijn

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.



Figuur 2.1,5.1 Grafische voorstelling verhanglijn en bouwput.

Division Infrastructure  
Elfjulistraat 43  
B-9000 Gent

Project: **AMG**  
Onderdeel: **Zettingen tgv bemaling**

Projectnummer:  
**0601510168**  
-

Geotechnisch ingenieur: **TMA**

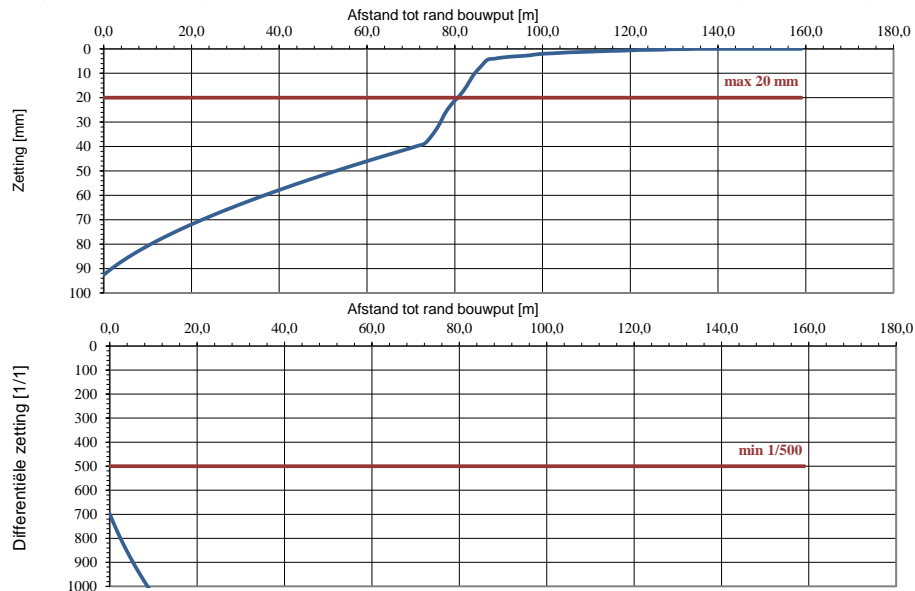
Pagina: **6**

Datum: **12/03/26**

**CS 07003 Bemaling bouwput 0.4**

2.1.5.2.3 Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



Figuur 2.1.5.2 Grafische voorstelling zettingskromme en differentiële zetting.

2.1.5.2.4 Lokale zetting

Ten slotte wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

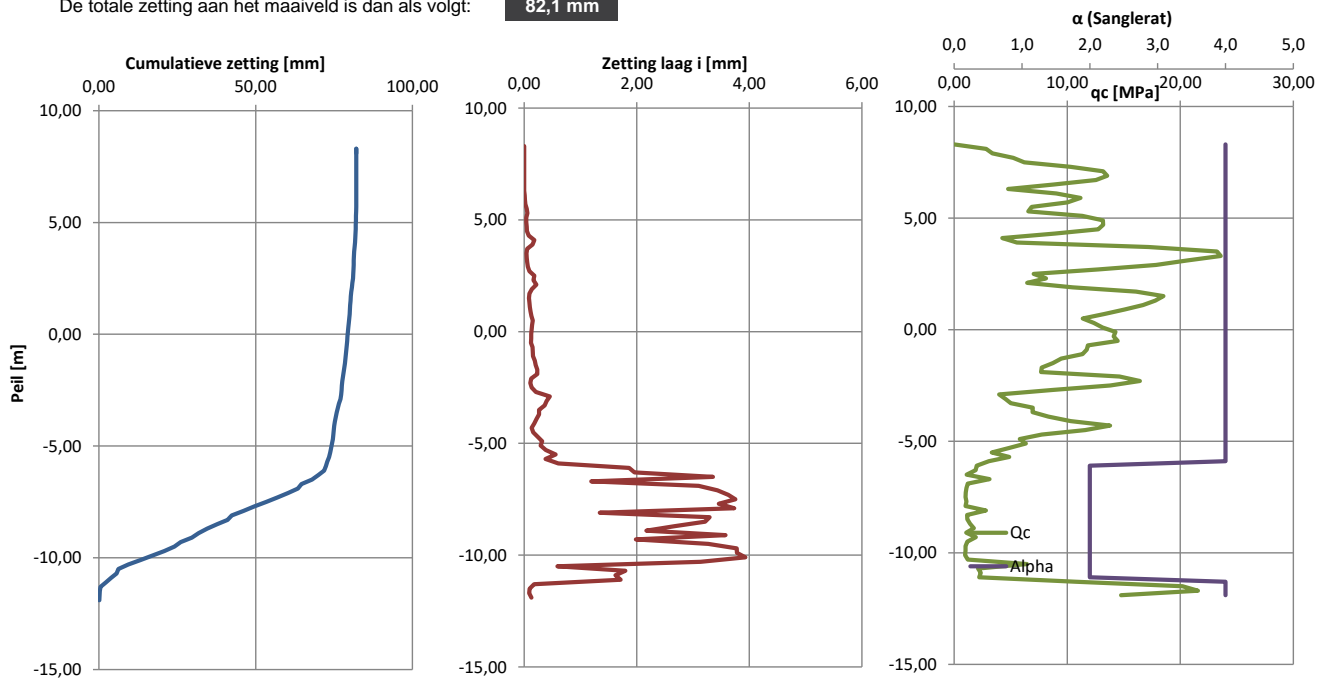
Afstand tot rand bouwput  $x = 0,00$  m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

$s_x = 5,30$  m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **82,1 mm**



Figuur 2.1.5.3 Grafische voorstelling van a) de cumulatieve zetting, b) de zetting in laag i en c) de conusweerstand.

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: <b>AMG</b> Onderdeel: <b>Zettingen tgv bemaling</b>	Projectnummer: <b>0601510168</b> -
Geotechnisch ingenieur: <b>TMA</b>	Pagina: <b>7</b>	Datum: <b>12/03/26</b>

**CS 07003 Bemaling bouwput 0.4**

2.1.5.2.4 Debietberekening

In het geval van een open bemaling is het te bemalen debiet voor de gegeven bouwput als volgt:

$$\begin{aligned} Q_0 &= 16,6 \quad \text{m}^3/\text{h} \\ &= 398 \quad \text{m}^3/\text{d} \end{aligned}$$

Vervolgens wordt in rekening gebracht dat de bron onvolkomen is. Een additionele +30 % wordt in toegevoegd.

$$\begin{aligned} Q &= 21,6 \quad \text{m}^3/\text{h} \\ &= 518 \quad \text{m}^3/\text{d} \end{aligned}$$

Eén filter heeft de volgende eigenschappen:

Nuttige filterlengte	f =	2,50	m
Maximaal debiet per filter	$Q_{\max}$ =	2,8	$\text{m}^3/\text{h}$
	=	68	$\text{m}^3/\text{d}$

Indien de filters uniform over de bouwput verdeeld worden, bedraagt het aantal filters:

$$n = 8$$

De berekende zettingen op de gegeven afstand van de bouwputrand worden weergegeven in de bijgevoegde Tabel(len).

Division Infrastructure  
Elfjulistraat 43  
B-9000 Gent

Project: **AMG**  
Onderdeel: **Zettingen tgv bemaling**

Projectnummer:  
**0601510168**  
-

Geotechnisch ingenieur: **TMA**

Geotechniscf **8**

Datum: **12/03/26**

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: <b>AMG</b> Onderdeel: <b>Zettingen tgv bemaling</b>	Projectnummer: <b>0601510168</b>
Geotechnisch ingenieur: <b>TMA</b>	Pagina: <b>9</b>	Datum: <b>12/03/26</b>

2.1.5.2 Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

Sondering waarschijnlijk te ondiep!

p. 9-1

	h [m]	z [mTAW]	q <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Grond- type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ <sub>d</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	p <sub>0</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A/C a <sub>c</sub> (C <sub>20</sub> /p <sub>0</sub> )	Δp [kN/m <sup>2</sup> ]	p p <sub>0</sub> +Δp [kN/m <sup>2</sup> ]	z Δh/C <sub>v</sub> .ln(p/p <sub>0</sub> ) [mm]	Σz [mm]
1	0,20	8,30	0,00	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	1	0,00	3,40	0,00	82,09
2	0,40	8,10	2,83	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	1664	0,00	6,80	0,00	82,09
3	0,60	7,90	3,39	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1328	0,00	10,20	0,00	82,09
4	0,80	7,70	5,22	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1536	0,00	13,60	0,00	82,09
5	1,00	7,50	6,20	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1458	0,00	17,00	0,00	82,09
6	1,20	7,30	10,29	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	2017	0,00	20,40	0,00	82,09
7	1,40	7,10	13,18	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	2215	0,00	23,80	0,00	82,09
8	1,60	6,90	13,54	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	1992	0,00	27,20	0,00	82,09
9	1,80	6,70	12,55	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	1640	0,00	30,60	0,00	82,09
10	2,00	6,50	8,81	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	1037	0,00	34,00	0,00	82,09
11	2,20	6,30	4,78	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	511	0,00	37,40	0,00	82,09
12	2,40	6,10	9,03	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	39,20	921	1,60	40,80	0,01	82,09
13	2,60	5,90	11,17	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	41,00	1090	3,20	44,20	0,01	82,09
14	2,80	5,70	10,01	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	42,80	936	4,80	47,60	0,02	82,09
15	3,00	5,50	6,86	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,60	615	6,40	51,00	0,04	82,07
16	3,20	5,30	6,57	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	46,40	566	8,00	54,40	0,06	82,02
17	3,40	5,10	11,34	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	48,20	941	9,60	57,80	0,04	81,97
18	3,60	4,90	13,17	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	50,00	1053	11,20	61,20	0,04	81,93
19	3,80	4,70	13,18	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	51,80	1018	12,80	64,60	0,04	81,89
20	4,00	4,50	12,75	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	53,60	951	14,40	68,00	0,05	81,85
21	4,20	4,30	8,89	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	55,40	642	16,00	71,40	0,08	81,80
22	4,40	4,10	4,27	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	57,20	298	17,60	74,80	0,18	81,72
23	4,60	3,90	5,55	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	59,00	377	19,20	78,20	0,15	81,54
24	4,80	3,70	17,19	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	60,80	1131	20,80	81,60	0,05	81,39
25	5,00	3,50	23,24	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	62,60	1485	22,40	85,00	0,04	81,34
26	5,20	3,30	23,58	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	64,40	1464	24,00	88,40	0,04	81,29
27	5,40	3,10	20,61	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	66,20	1246	25,60	91,80	0,05	81,25
28	5,60	2,90	17,86	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	68,00	1051	27,20	95,20	0,06	81,20
29	5,80	2,70	12,77	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	69,80	732	28,80	98,60	0,09	81,14
30	6,00	2,50	7,04	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	71,60	393	30,40	102,00	0,18	81,04
31	6,20	2,30	8,11	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	73,40	442	32,00	105,40	0,16	80,86
32	6,40	2,10	6,45	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	75,20	343	33,60	108,80	0,22	80,70
33	6,60	1,90	10,48	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	77,00	544	35,20	112,20	0,14	80,48
34	6,80	1,70	16,09	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	78,80	817	36,80	115,60	0,09	80,34
35	7,00	1,50	18,50	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	80,60	918	38,40	119,00	0,08	80,25
36	7,20	1,30	17,80	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	82,40	864	40,00	122,40	0,09	80,16
37	7,40	1,10	16,71	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	84,20	794	41,60	125,80	0,10	80,07
38	7,60	0,90	15,07	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	86,00	701	42,40	128,40	0,11	79,97
39	7,80	0,70	13,28	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	87,80	605	42,40	130,20	0,13	79,86
40	8,00	0,50	11,37	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	89,60	507	42,40	132,00	0,15	79,73
41	8,20	0,30	12,37	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	91,40	541	42,40	133,80	0,14	79,57
42	8,40	0,10	13,12	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	93,20	563	42,40	135,60	0,13	79,43
43	8,60	-0,10	14,27	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	95,00	601	42,40	137,40	0,12	79,30
44	8,80	-0,30	14,11	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	96,80	583	42,40	139,20	0,12	79,18
45	9,00	-0,50	14,46	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	98,60	587	42,40	141,00	0,12	79,05
46	9,20	-0,70	11,83	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	100,40	471	42,40	142,80	0,15	78,93
47	9,40	-0,90	11,73	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	102,20	459	42,40	144,60	0,15	78,78
48	9,60	-1,10	11,36	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	104,00	437	42,40	146,40	0,16	78,63
49	9,80	-1,30	9,48	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	105,80	358	42,40	148,20	0,19	78,47
50	10,00	-1,50	8,75	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	107,60	325	42,40	150,00	0,20	78,29
51	10,20	-1,70	7,74	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	109,40	283	42,40	151,80	0,23	78,08
52	10,40	-1,90	7,69	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	111,20	277	42,40	153,60	0,23	77,85
53	10,60	-2,10	14,62	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	113,00	517	42,40	155,40	0,12	77,62
54	10,80	-2,30	16,43	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	114,80	573	42,40	157,20	0,11	77,49
55	11,00	-2,50	13,81	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	116,60	474	42,40	159,00	0,13	77,38
56	11,20	-2,70	8,71	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	118,40	294	42,40	160,80	0,21	77,25
57	11,40	-2,90	3,98	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	120,20	132	42,40	162,60	0,46	77,04
58	11,60	-3,10	4,54	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	122,00	149	42,40	164,40	0,40	76,59
59	11,80	-3,30	5,00	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	123,80	162	42,40	166,20	0,36	76,19
60	12,00	-3,50	6,95	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	125,60	221	42,40	168,00	0,26	75,82
61	12,20	-3,70	6,94	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	127,40	218	42,40	169,80	0,26	75,56

## CS 07003 Bemaling bouwput 0.4

### 2.2,5 Bemaling ter hoogte van sondering S-V25WN09

#### 2.2,5.1 Gegevens

##### 2.2,5.1.1 Geometrie

Maaiveldpeil MV = 8,50 mTAW  
Grondwaterpeil GW = 5,30 mTAW  
Spanningswater

Vorm bouwput sleuf  
Bodempeil bouwput  $Z_{bp} = 1,20$  mTAW  
Breedte sleuf  $B_{bp} = 7,00$  m

Bemalingspeil  $Z_{bem} = 1,00$  mTAW  
Lengte geplaatste filter  $L_f = 10,00$  m (schatting)  
Diameter filter  $d = 0,15$  m

##### 2.2,5.1.2 Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek: XXX  
Referentie grondonderzoek: XXX

Sondering: S-V25WN09  
Boring: BXX

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond  $\gamma_d = EC7$  kN/m<sup>3</sup>  
Gewicht natte grond  $\gamma_n = EC7$  kN/m<sup>3</sup>  
Gewicht water  $\gamma_w = 10$  kN/m<sup>3</sup>

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: **fijn zand**

De grenzen volgens de CUR zijn:  $1E-04$  m/s -  $1E-05$  m/s

Voor deze bemaling geldt:  $k = 1,00E-04$  m/s

#### 2.2,5.2 Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte H = 6,80 m  
Afmalingsdiepte s = 4,30 m  
Waterhoogte (H-s) h = 2,50 m

##### 2.2,5.2.1 Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

$$R = 86,00 \text{ m}$$

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

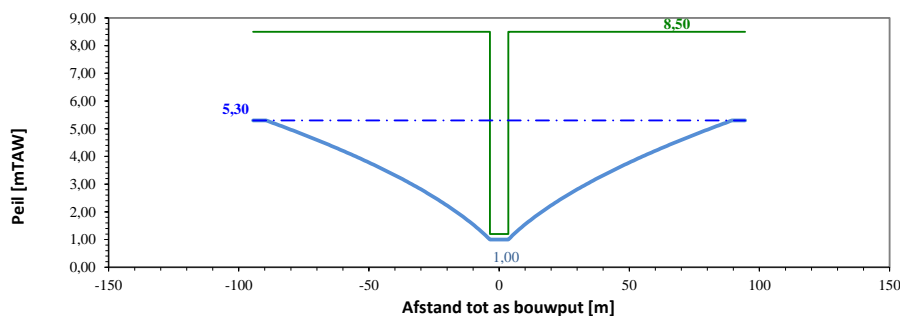
$$R_{eq} = 3,50 \text{ m}$$

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

$$R_{tot} = 89,50 \text{ m}$$

##### 2.2,5.2.2 Verloop verhanglijn

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.



Figuur 2.2,5.1 Grafische voorstelling verhanglijn en bouwput.

Division Infrastructure  
Elfjulistraat 43  
B-9000 Gent

Project: **AMG**  
Onderdeel: **Zettingen tgv bemaling**

Projectnummer:  
**0601510168**  
-

Geotechnisch ingenieur: **TMA**

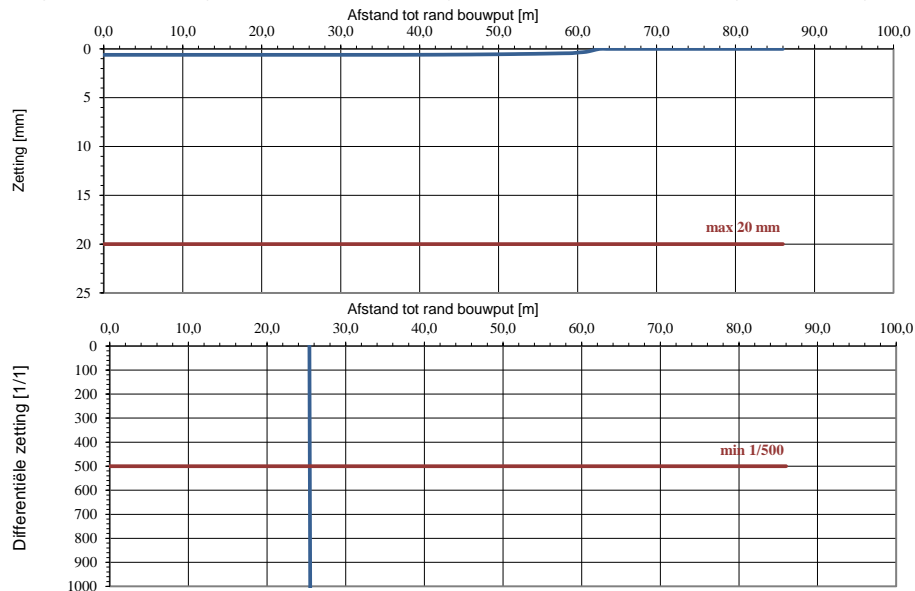
Pagina: **10**

Datum: **12/03/26**

**CS 07003 Bemaling bouwput 0.4**

2.2.5.2.3 Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



Figuur 2.2,5.2 Grafische voorstelling zettingskromme en differentiële zetting.

2.2.5.2.4 Lokale zetting

Ten slotte wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

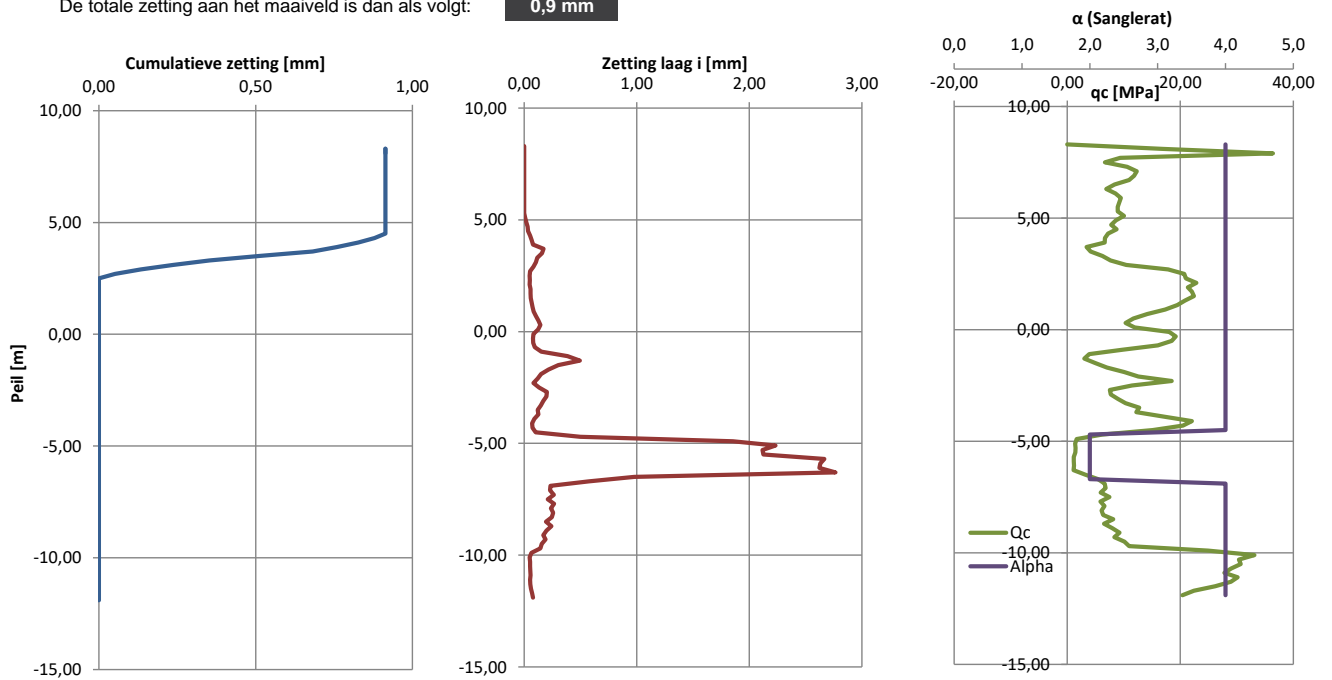
Afstand tot rand bouwput  $x = 0,00$  m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

$s_x = 4,30$  m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **0,9 mm**



Figuur 2.2,5.3 Grafische voorstelling van a) de cumulatieve zetting, b) de zetting in laag i en c) de conusweerstand.

**CS 07003 Bemaling bouwput 0.4**

2.2.5.2.4 Debietberekening

In het geval van een open bemaling is het te bemalen debiet voor de gegeven bouwput als volgt:

$$\begin{aligned} Q_0 &= 0,2 && \text{m}^3/\text{h.m}' \\ &= 4 && \text{m}^3/\text{d.m}' \end{aligned}$$

Vervolgens wordt in rekening gebracht dat de bron onvolkomen is. Een additionele +30 % wordt in toegevoegd.

$$\begin{aligned} Q &= 0,2 && \text{m}^3/\text{h.m}' \\ &= 5 && \text{m}^3/\text{d.m}' \end{aligned}$$

Eén filter heeft de volgende eigenschappen:

Nuttige filterlengte	f =	2,50	m
Maximaal debiet per filter	$Q_{\max}$ =	2,8	$\text{m}^3/\text{h.m}'$
	=	68	$\text{m}^3/\text{d.m}'$

Indien de filters uniform over de bouwput verdeeld worden, bedraagt de maximale afstand tussen de filters:

$$d = 14 \quad \text{m}$$

De berekende zettingen op de gegeven afstand van de bouwputrand worden weergegeven in de bijgevoegde Tabel(len).

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: <b>AMG</b> Onderdeel: <b>Zettingen tgv bemaling</b>	Projectnummer: <b>0601510168</b> -
Geotechnisch ingenieur: <b>TMA</b>	Geotechniscf <b>12</b>	Datum: <b>12/03/26</b>

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: <b>AMG</b> Onderdeel: <b>Zettingen tgv bemaling</b>	Projectnummer: <b>0601510168</b>
Geotechnisch ingenieur: <b>TMA</b>	Pagina: <b>13</b>	Datum: <b>12/03/26</b>

2.2.5.2 Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

p. 13-1

	h [m]	z [mTAW]	q <sub>c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Grond- type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ <sub>d</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>n</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	p <sub>0</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	A/C a. (C <sub>u</sub> /p <sub>0</sub> )	Δp [kN/m <sup>2</sup> ]	p p <sub>0</sub> +Δp [kN/m <sup>2</sup> ]	z Δh/C. ln(p/p <sub>0</sub> ) [mm]	Σz [mm]
1	0,20	8,30	0,00	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	0	0,00	3,40	0,00	0,91
2	0,40	8,10	16,92	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	9952	0,00	6,80	0,00	0,91
3	0,60	7,90	36,39	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	14272	0,00	10,20	0,00	0,91
4	0,80	7,70	9,36	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	2754	0,00	13,60	0,00	0,91
5	1,00	7,50	6,69	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1573	0,00	17,00	0,00	0,91
6	1,20	7,30	10,60	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	2077	0,00	20,40	0,00	0,91
7	1,40	7,10	12,32	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	2070	0,00	23,80	0,00	0,91
8	1,60	6,90	11,82	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	1738	0,00	27,20	0,00	0,91
9	1,80	6,70	10,95	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	1431	0,00	30,60	0,00	0,91
10	2,00	6,50	8,37	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	985	0,00	34,00	0,00	0,91
11	2,20	6,30	6,91	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	739	0,00	37,40	0,00	0,91
12	2,40	6,10	8,54	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	837	0,00	40,80	0,00	0,91
13	2,60	5,90	9,49	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	859	0,00	44,20	0,00	0,91
14	2,80	5,70	9,20	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	47,60	773	0,00	47,60	0,00	0,91
15	3,00	5,50	8,93	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	51,00	700	0,00	51,00	0,00	0,91
16	3,20	5,30	8,95	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	54,40	658	0,00	54,40	0,00	0,91
17	3,40	5,10	10,06	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	56,20	716	1,60	57,80	0,01	0,91
18	3,60	4,90	8,62	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	58,00	595	3,20	61,20	0,02	0,91
19	3,80	4,70	7,80	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	59,80	522	4,80	64,60	0,03	0,91
20	4,00	4,50	8,75	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	61,60	568	6,40	68,00	0,03	0,91
21	4,20	4,30	7,24	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	63,40	457	8,00	71,40	0,05	0,88
22	4,40	4,10	6,67	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	65,20	409	9,60	74,80	0,07	0,83
23	4,60	3,90	6,62	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	67,00	395	11,20	78,20	0,08	0,76
24	4,80	3,70	3,43	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	68,80	200	12,80	81,60	0,17	0,68
25	5,00	3,50	4,13	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	70,60	234	14,40	85,00	0,16	0,51
26	5,20	3,30	6,25	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	72,40	346	16,00	88,40	0,12	0,35
27	5,40	3,10	7,66	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	74,20	413	17,60	91,80	0,10	0,24
28	5,60	2,90	10,44	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	76,00	549	19,20	95,20	0,08	0,13
29	5,80	2,70	17,85	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	77,80	918	20,80	98,60	0,05	0,05
30	6,00	2,50	20,70	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	79,60	1040	22,40	102,00	0,05	0,00
31	6,20	2,30	20,98	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	81,40	1031	24,00	105,40	0,05	0,00
32	6,40	2,10	22,84	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	83,20	1098	25,60	108,80	0,05	0,00
33	6,60	1,90	21,35	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	85,00	1005	27,20	112,20	0,06	0,00
34	6,80	1,70	22,05	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	86,80	1016	28,80	115,60	0,06	0,00
35	7,00	1,50	22,42	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	88,60	1012	30,40	119,00	0,06	0,00
36	7,20	1,30	20,84	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	90,40	922	32,00	122,40	0,07	0,00
37	7,40	1,10	19,47	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	92,20	845	33,60	125,80	0,07	0,00
38	7,60	0,90	17,32	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	94,00	737	34,40	128,40	0,08	0,00
39	7,80	0,70	14,16	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	95,80	591	34,40	130,20	0,10	0,00
40	8,00	0,50	11,73	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	97,60	481	34,40	132,00	0,13	0,00
41	8,20	0,30	10,30	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	99,40	415	34,40	133,80	0,14	0,00
42	8,40	0,10	11,93	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	101,20	471	34,40	135,60	0,12	0,00
43	8,60	-0,10	18,03	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	103,00	700	34,40	137,40	0,08	0,00
44	8,80	-0,30	19,21	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	104,80	733	34,40	139,20	0,08	0,00
45	9,00	-0,50	18,50	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	106,60	694	34,40	141,00	0,08	0,00
46	9,20	-0,70	16,04	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	108,40	592	34,40	142,80	0,09	0,00
47	9,40	-0,90	9,91	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	110,20	360	34,40	144,60	0,15	0,00
48	9,60	-1,10	3,90	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	112,00	139	34,40	146,40	0,38	0,00
49	9,80	-1,30	3,04	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	113,80	107	34,40	148,20	0,49	0,00
50	10,00	-1,50	4,96	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	115,60	172	34,40	150,00	0,30	0,00
51	10,20	-1,70	7,02	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	117,40	239	34,40	151,80	0,22	0,00
52	10,40	-1,90	10,07	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	119,20	338	34,40	153,60	0,15	0,00
53	10,60	-2,10	12,56	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	121,00	415	34,40	155,40	0,12	0,00
54	10,80	-2,30	18,49	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	122,80	602	34,40	157,20	0,08	0,00
55	11,00	-2,50	11,47	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	124,60	368	34,40	159,00	0,13	0,00
56	11,20	-2,70	7,56	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	126,40	239	34,40	160,80	0,20	0,00
57	11,40	-2,90	7,71	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	128,20	241	34,40	162,60	0,20	0,00
58	11,60	-3,10	8,97	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	130,00	276	34,40	164,40	0,17	0,00
59	11,80	-3,30	10,30	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	131,80	313	34,40	166,20	0,15	0,00
60	12,00	-3,50	12,72	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	133,60	381	34,40	168,00	0,12	0,00
61	12,20	-3,70	12,23	ZZ	C	8,00	4,00	17,00	19,00	135,40	361	34,40	169,80	0,13	0,00



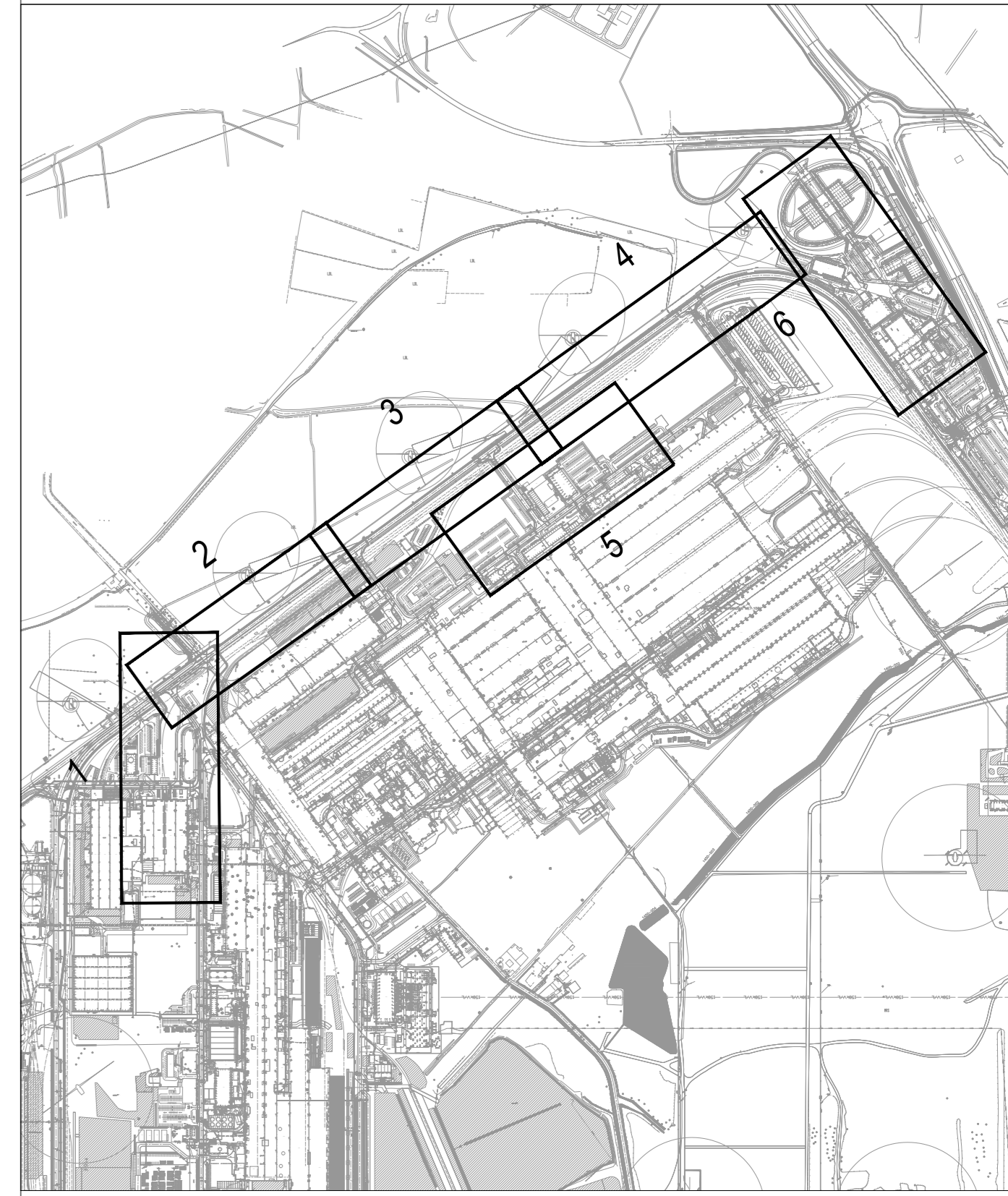
## Bijlage VI: Plannen

Sweco Belgium nv/sa  
Sluisstraat 97  
3000 Leuven  
België  
T+32(0)38081096  
[www.swecobelgium.be](http://www.swecobelgium.be)

Maatschappelijke zetel  
Sweco Belgium nv/sa  
Arenbergstraat 13, bus 1  
1000 Brussel  
België

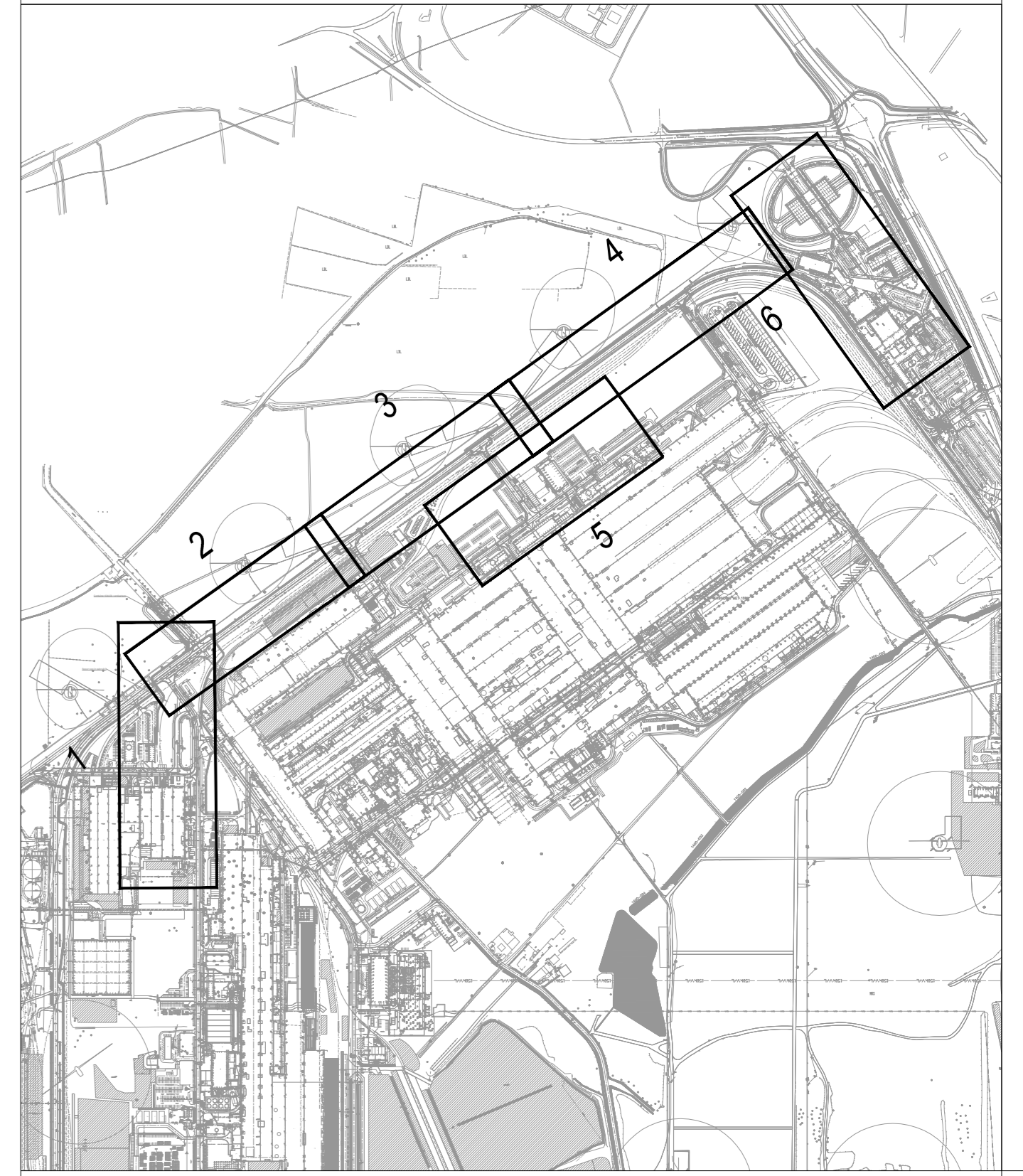
BTW BE 0405 647 664  
RPR Brussel  
BNP PARIBAS FORTIS  
IBAN: BE97 2200 7208 2049  
BIC: GEBABEBB

Erwin Van Mieghem  
T +32 472 04 09 85  
[Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be](mailto:Erwin.vanmieghem@swecobelgium.be)



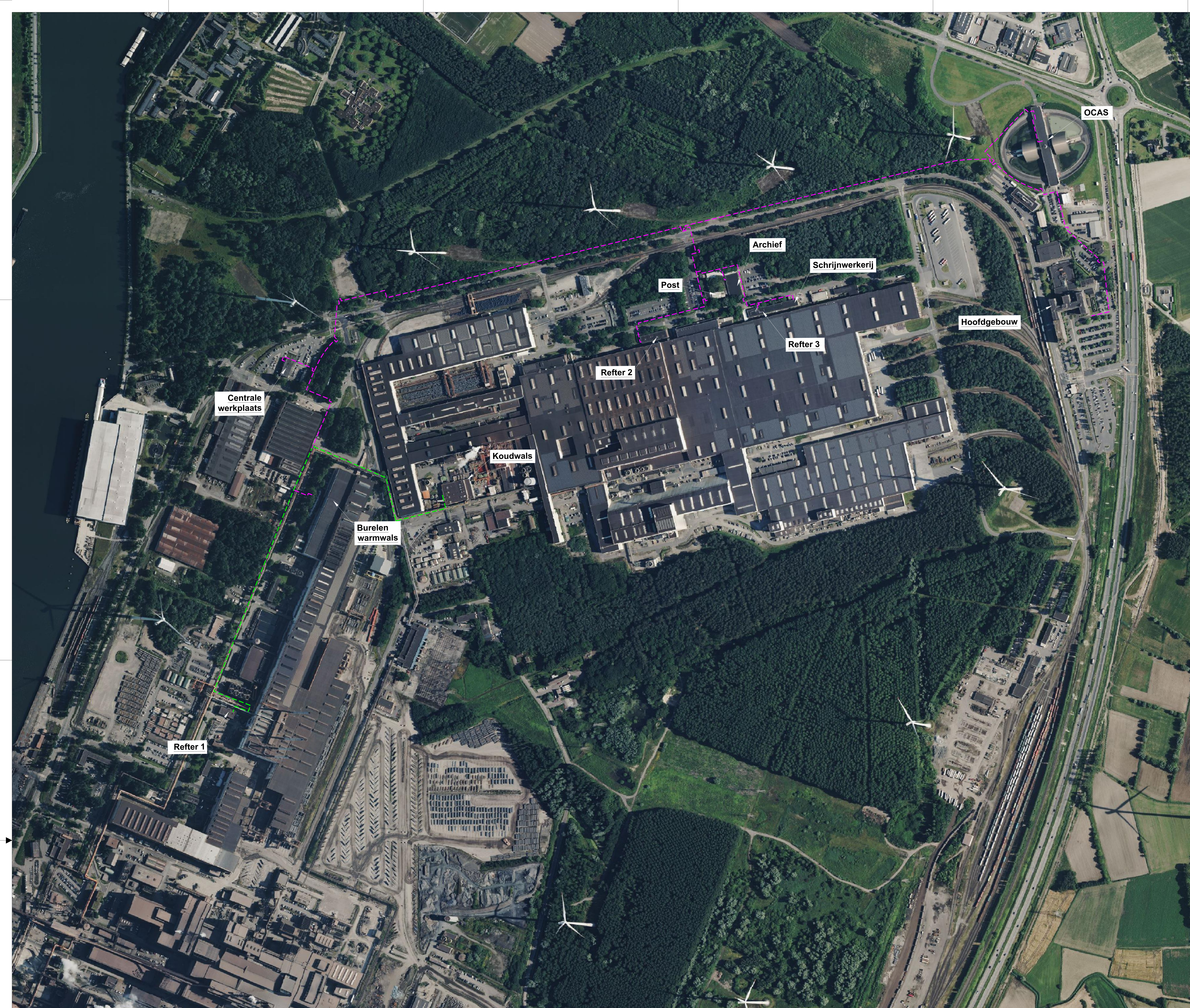
Type Plan					
Voor samenvatting zie: 1168901-INFRA-DW-001-000					
0	30.10.2025	Voorontwerp		LBA	RDR
Index	Datum	Beschrijving		TWA	Naam
Studie gemaakt door:			Naam	Datum	Schaal: 1:500
<b>Sweco Belgium bv</b> Division Industry			Getekend LBA	30.10.2025	Formaat: A0
Nagezien RDR					
Titel: Grondplan					
Tracé warmtenet					
Overzichtplan					
1 Kennedylaan, S1 9042 Gent		Plannummer: 11689001-INFRA-DW-0001		Folie 0000	
		Fase: TER INFORMATIE		Discipline INFRA	

Schaal : 1/2500  
AMG\_Coördinaten



Type Plan					
Voor samenvatting zie: 1168901-INFRA-DW-001-000					
0	30.10.2025	Voorontwerp		LBA	RDR
Index	Datum	Beschrijving	TWA	Naam	Nagezien
Studie gemaakt door:					
sweco	sweco Belgium bv	Getekend	Naam	Datum	Schaal: 1500
		Nagezien	RDR	30.10.2025	Formaat: A0
Titel: Grondplan					
Tracé warmtenet					
Overzichtplan					
J. Kennedylaan, 51	Plannummer:	11689001-INFRA-DW-0001			Folie: 0000
9042 Gent	Fase:	TER INFORMATIE			Discipline: INFRA
ArcelorMittal					

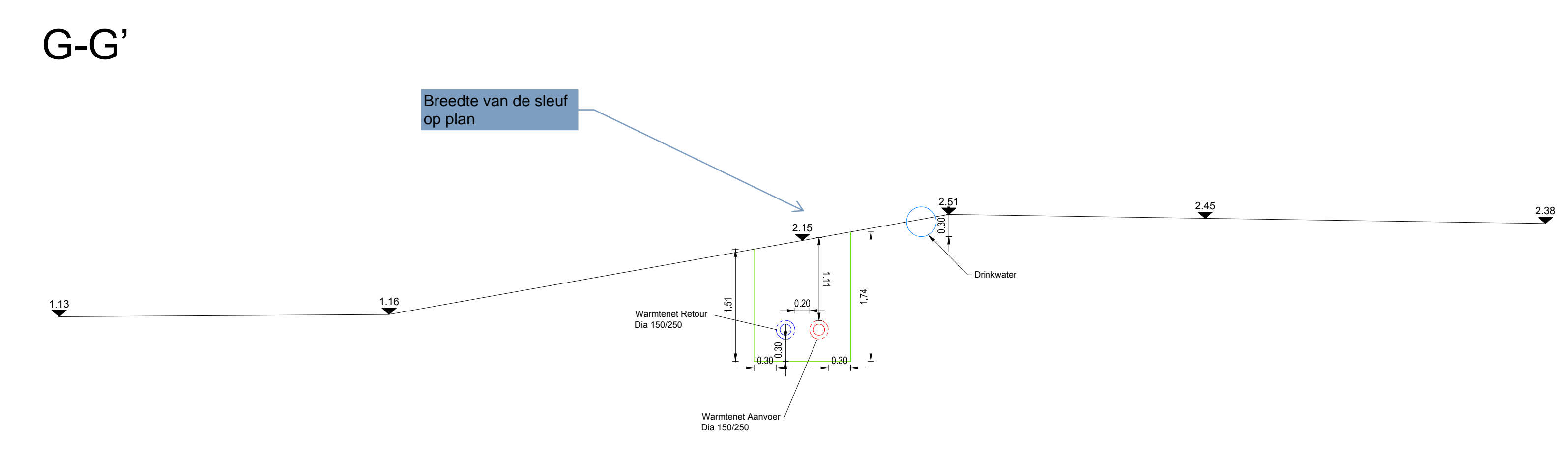
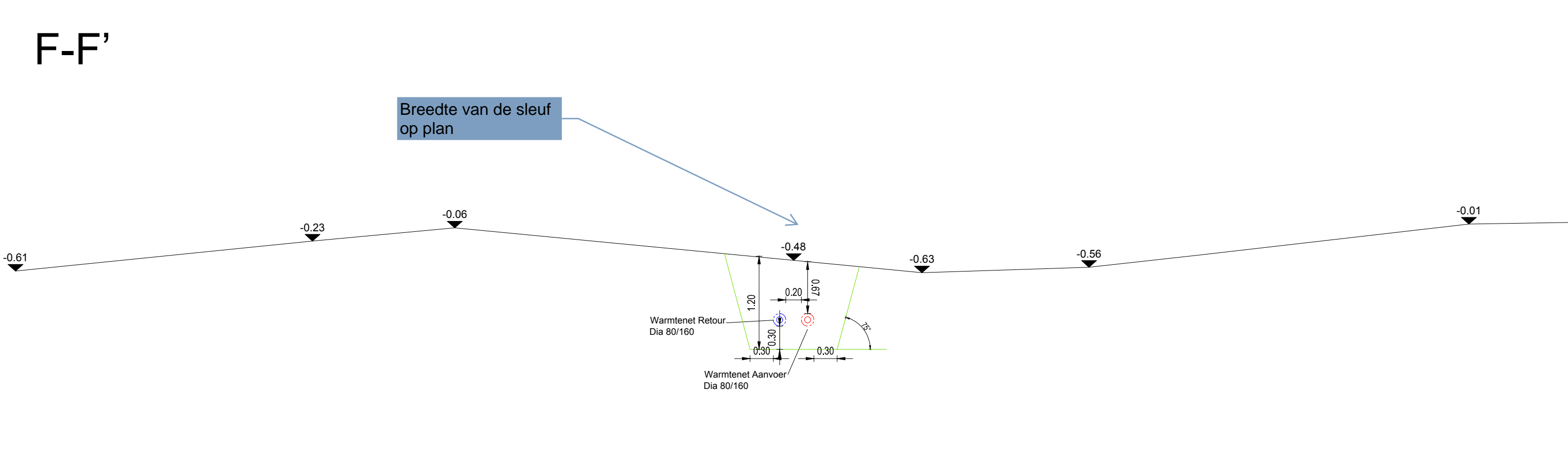
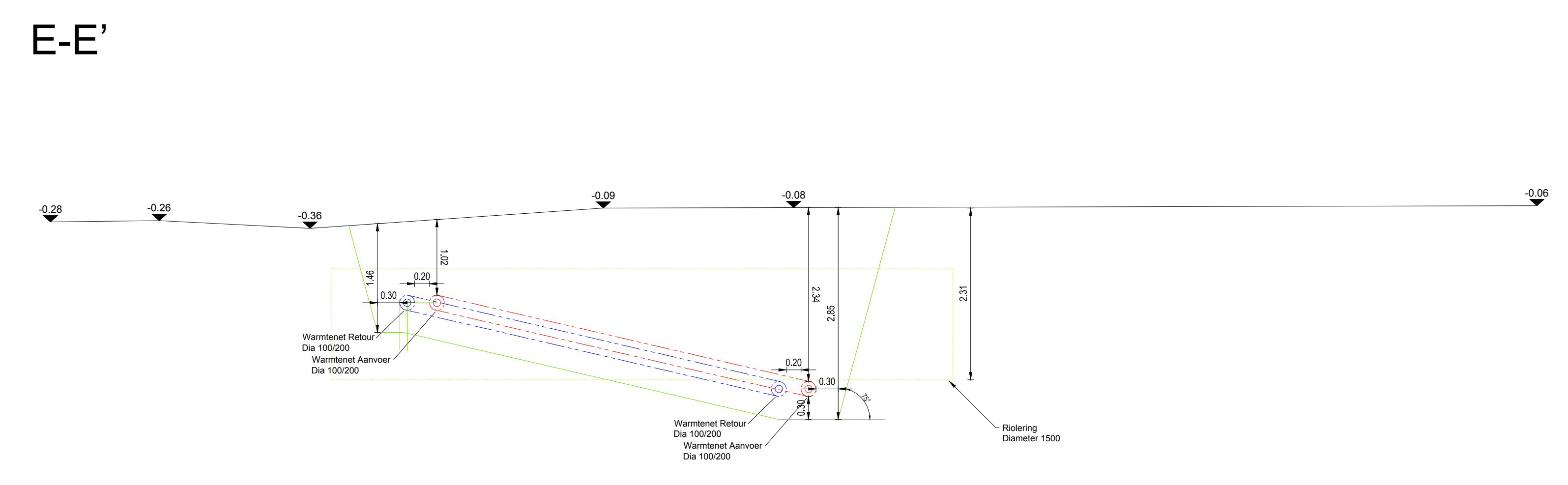
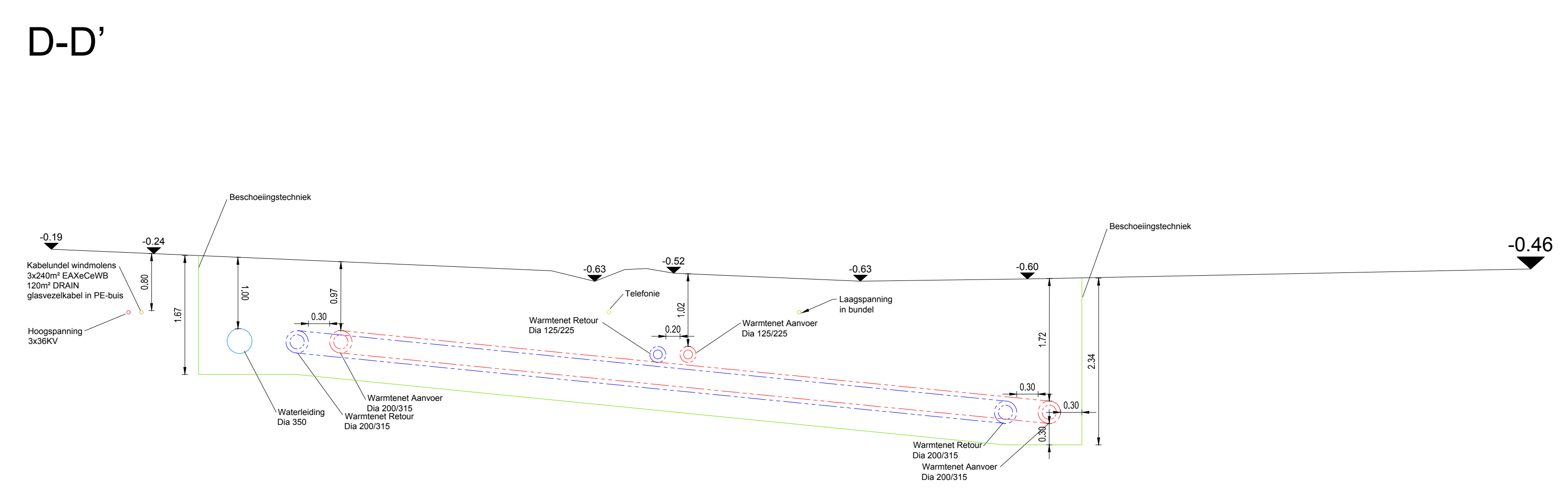
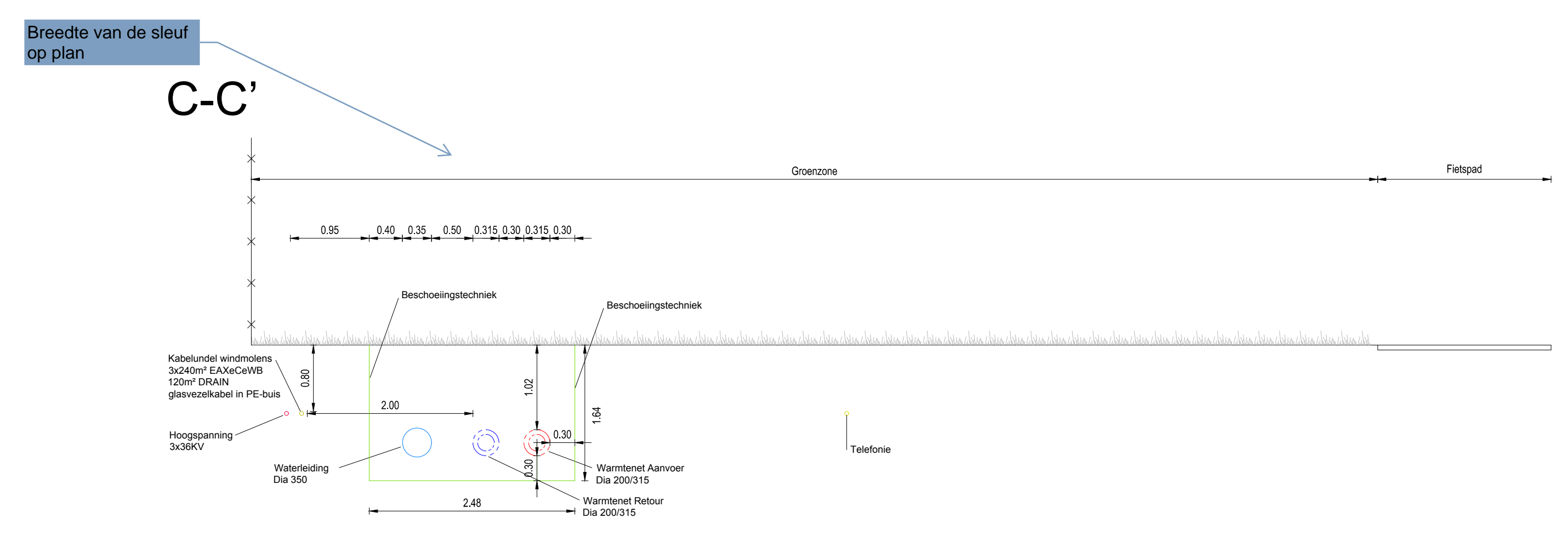
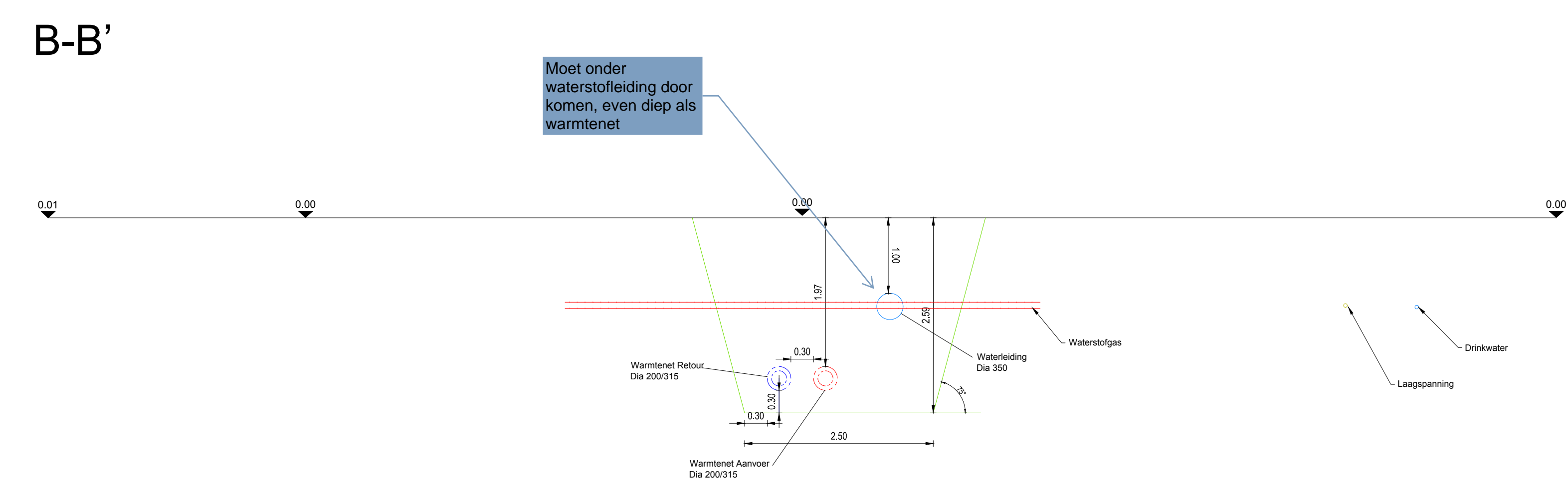
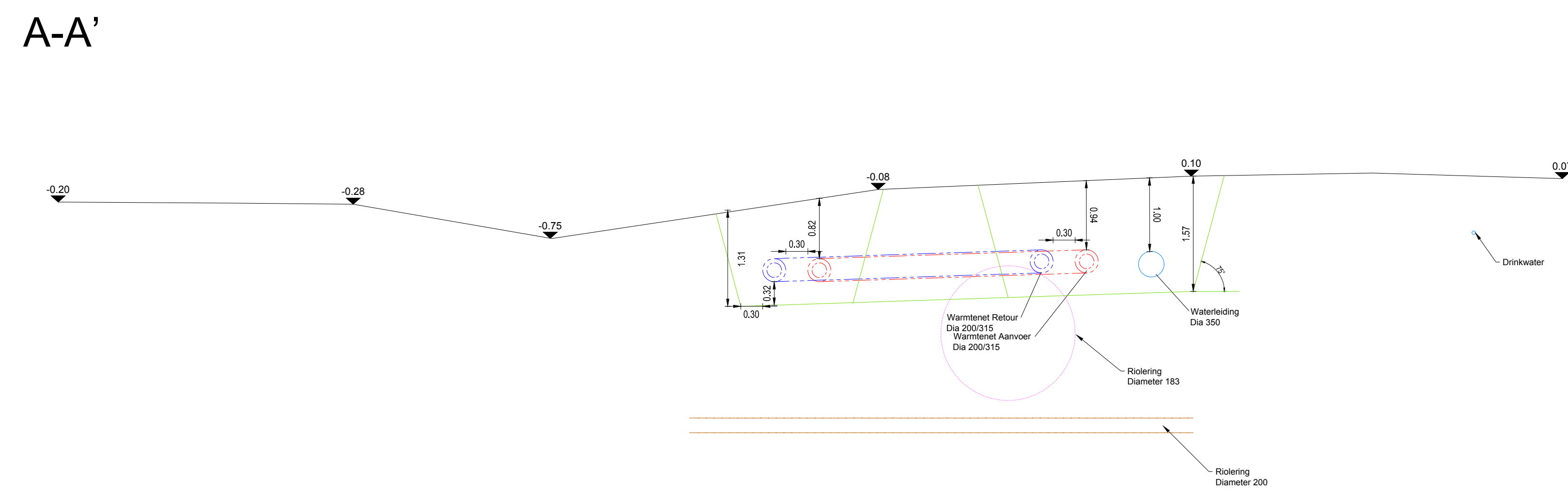
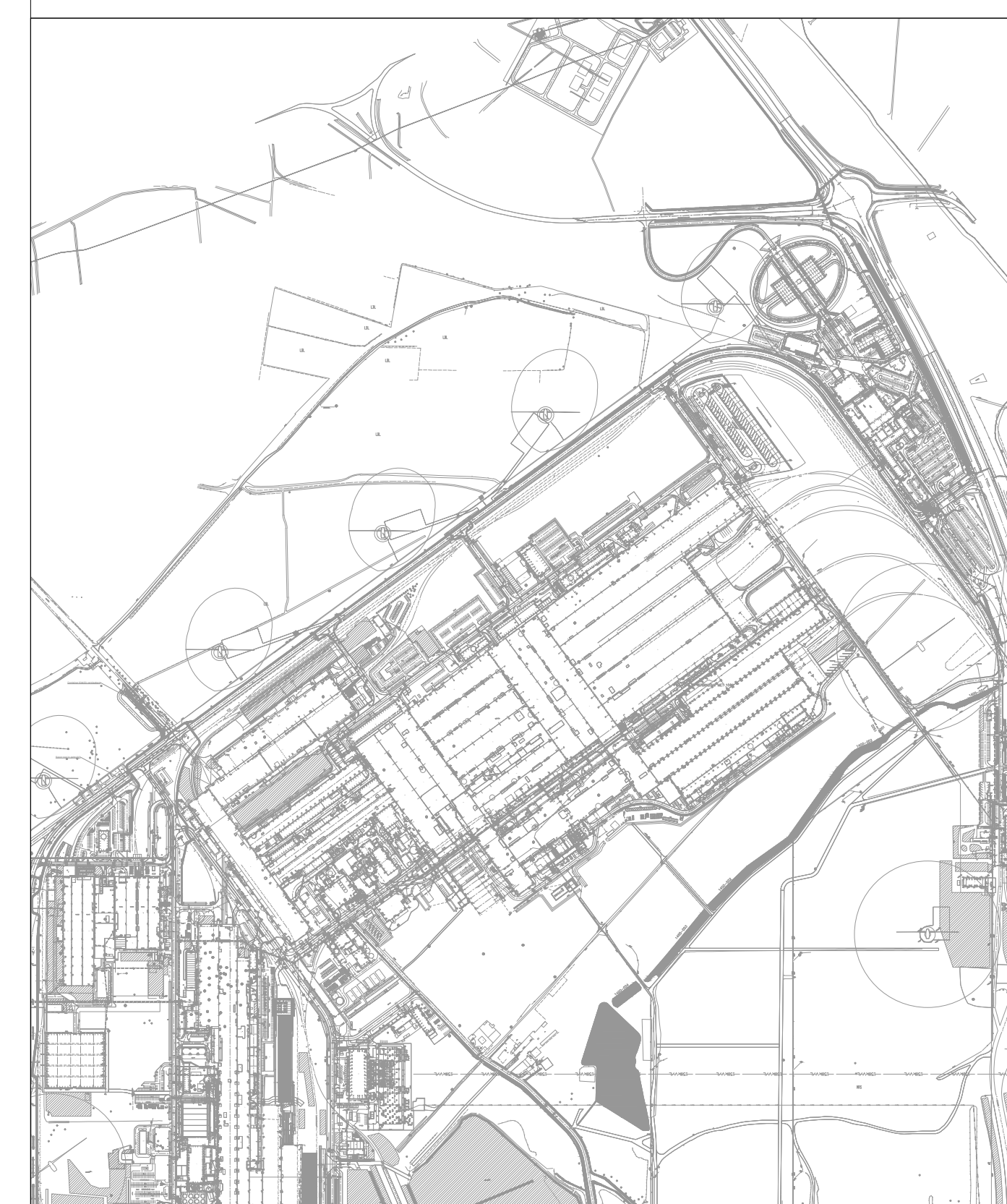
Schaal : 1/2500  
AMG\_Coördinaten



**Legende**

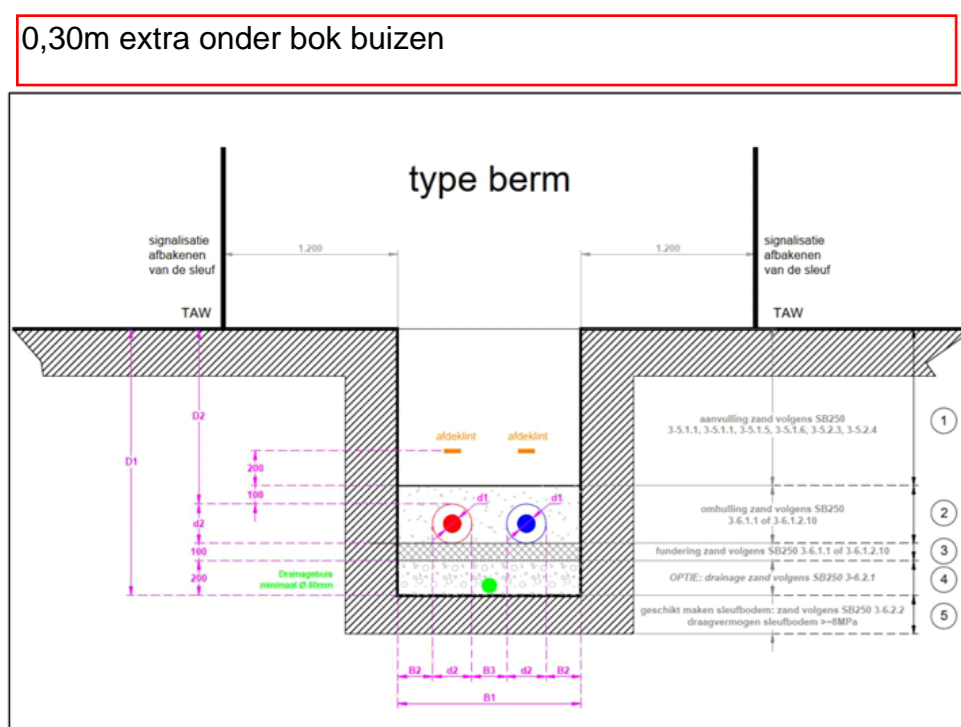
- Ondergrondse leidingen
- Bovengrode leidingen

Type Plan											
Voor samenvatting zie:											
0	30.10.2025	Voorontwerp									
Index	Datum	Beschrijving				TWA	LBA	RDR	Naam	Nagezien	
Studie gemaakt door:											
<b>sweco</b>		<b>Sweco Belgium bv</b> <small>Division Industry</small>		Gevekend	Naam	Datum	Schaal	Formaat			
				Nagezien	RDR	30.10.2025	1:2500	A0			
Titel:											
Grondplan											
Tracé warmtenet											
Overzichtplan - Luchtfoto											
J. Kennedylaan, 51 9042 Gent				Plannummer: 11689001-INFRA-DW-0002				Folie: 0000			
				Fase: TER INFORMATIE				Discipline: INFRA			



Schaal : 1/500  
AMG\_Coordinaten

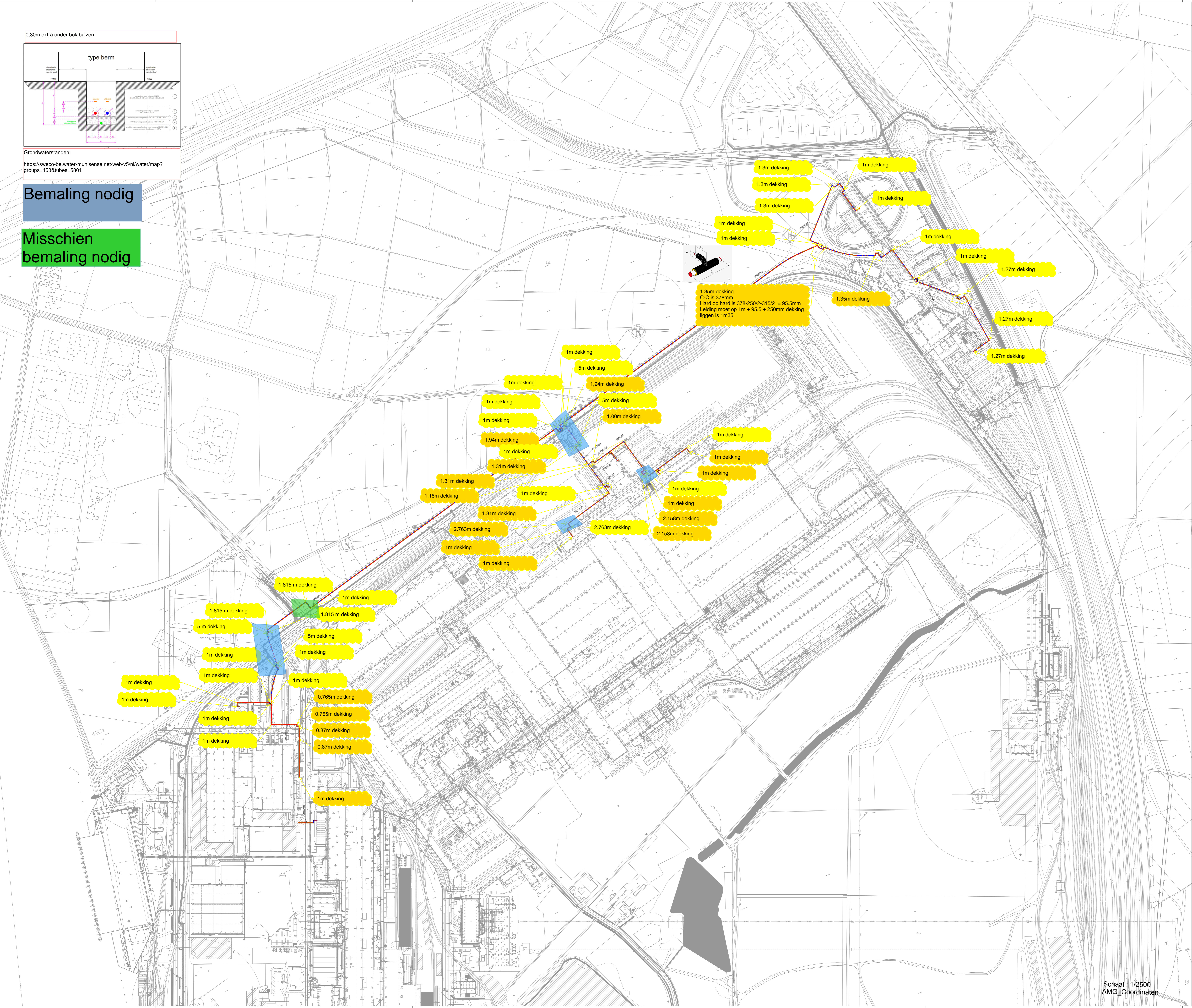
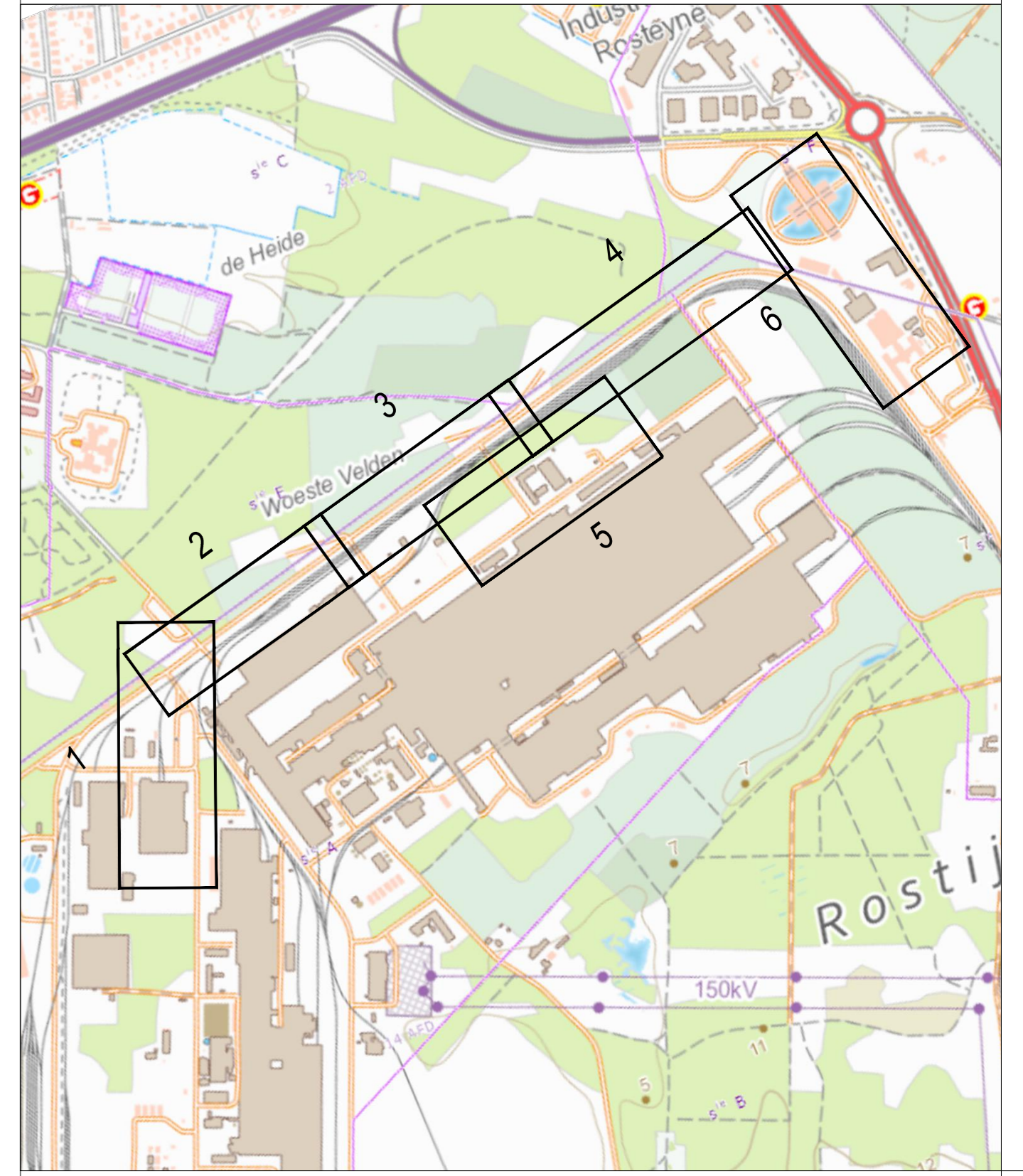
Type Plan				
Voor samenstelling zie: MB001-MF04-DW-001-001				
0	30.10.2025	Voorontwerp	LBA	RDR
Index	Datum	Beschrijving	TWA	Naam
Studie gemaakt door			Schaal	1:500
<b>SWECO</b>	<b>Sweco Belgium bv</b>	Gefekend	LBA	30.10.2025
	Division Industry	Nagezien	RDR	
Titel:		Formaat A0		
Details				
Tracé warmtenet				
Deelplan 1				
J. Kennedylaan 51	Plannummer:	11689001-INFRA-DW-0003	Folio:	0001
9042 Gent			Discipline:	INFRA
<b>ArcelorMittal</b>	TER INFORMATIE			



Grondwaterstanden:  
<https://sweco-be.water-munisense.net/web/v5/nl/water/map?groups=453&tubes=5801>

Bemaling nodig

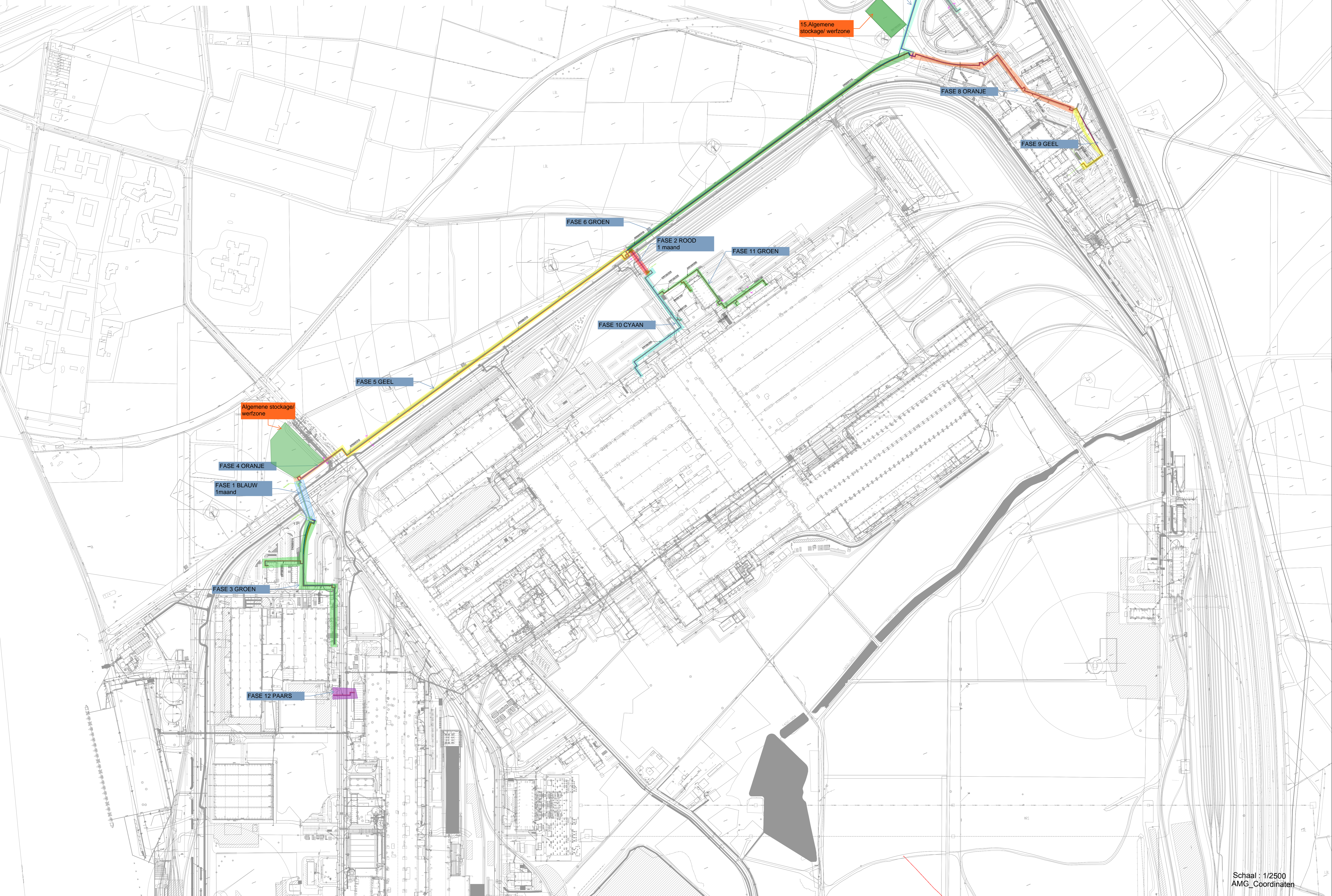
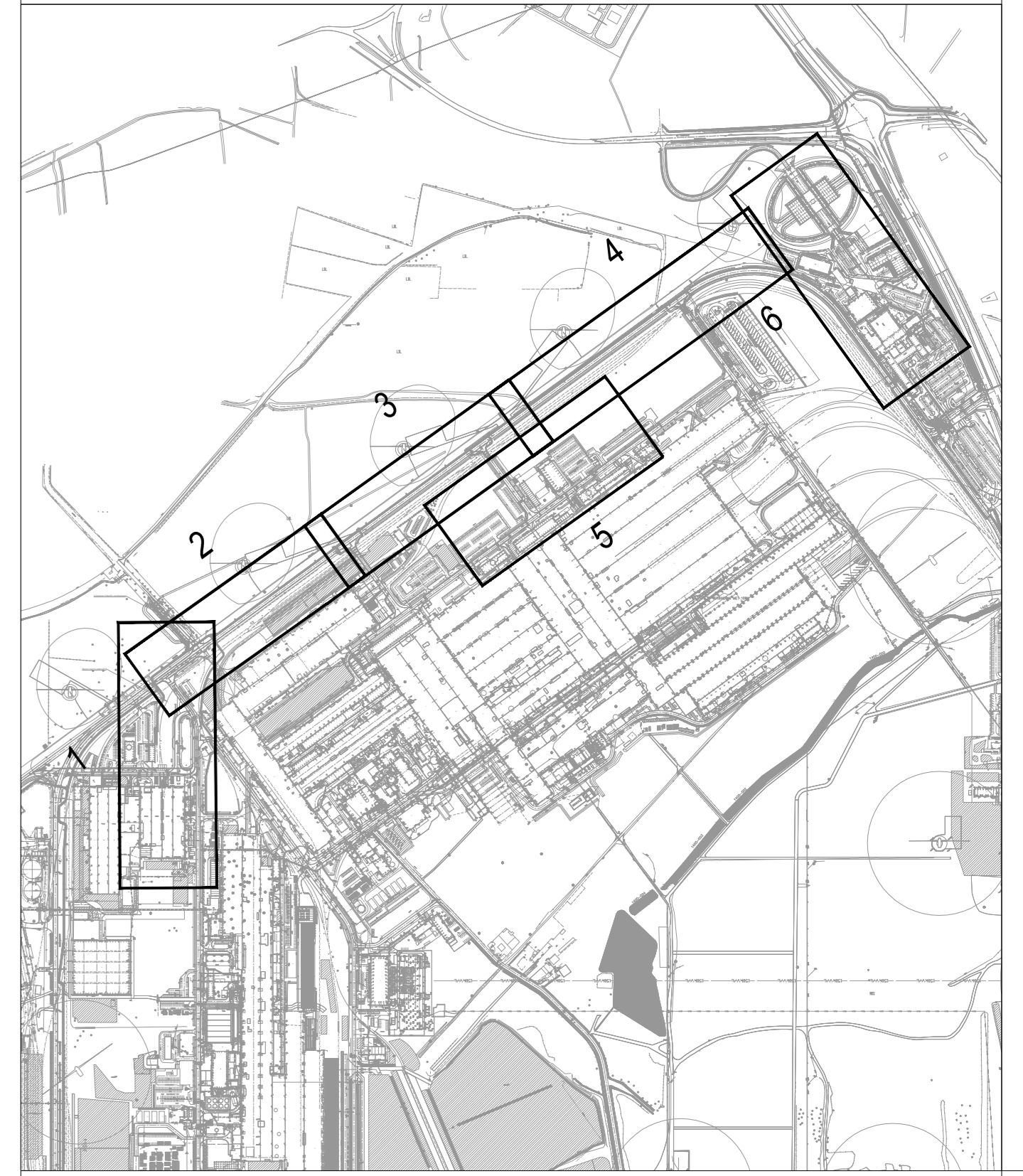
Misschien bemaling nodig



1,35m dekking  
 C-C is 378mm  
 Hard op hard is 378-250/2-315/2 = 95,5mm  
 Leiding moet op 1m + 95,5 + 250mm dekking  
 liggen is 1m35

Type Plan		LBA	RDR
0	30.10.2025	Voorontwerp	
Index	Datum	Beschrijving	TWA Naam Nagezien
Studie gemaakt door:			
sweco	Sweco Belgium bv	Gefuehend	Naam Datum Schaal: 1:500
	Division Industry	Nagezien	RDR 30.10.2025
Formaat: A0			
Titel: Grondplan			
Tracé warmtenet			
Overzichtplan			
1 Kennedylaan, 51		Plannummer: 11689001-INFRA-DW-0001	Folie: 0000
9042 Gent		Fase: TER INFORMATIE	Discipline: INFRA
Schaal : 1/2500 AMG_Coördinaten		30m	

Fase	Lengte (m)	Duurtijd graafwerken (dagen)	duurtijd bemaling (dagen)	Start (dag)	eind (dag)	Start Data	Eind data
1 persing		30	35	0	35	6/jan	10/02/2026
10	287	20	25	0	25	6/jan	31/01/2026
11	200	15	20	25	45	31/jan	20/02/2026
3	369	24	29	36	65	11/feb	12/03/2026
2 persing		30	35	46	81	21/feb	28/03/2026
4	71	9	14	65	79	12/mrt	26/03/2026
7	285	15	20	82	102	29/mrt	18/04/2026
8	333	22	27	82	109	29/mrt	25/04/2026
9	183	15	20	109	129	25/apr	15/05/2026
12	50	8	13	109	122	25/apr	8/05/2026
5	675	34	39	129	168	15/mei	23/06/2026
6	650	33	38	168	206	23/jun	31/07/2026



Type Plan		LBA	RDR
0	30.10.2025	Voorontwerp	
Index	Datum	Beschrijving	TWA Naam Nagezien
Studie gemaakt door:			
<b>sweco</b>	<b>Sweco Belgium bv</b>	Getekend LBA	Naam Datum Schaal: 1500
	Division Industry	Nagezien RDR	30.10.2025 Formaat: A0
Titel: Grondplan			
Tracé warmtenet			
Overzichtplan			
J. Kennedylaan, 51 9042 Gent	Plannummer: 11689001-INFRA-DW-0001	Folie 0000	Discipline INFRA
ArcelorMittal		Fase TER INFORMATIE	

Schaal : 1/2500  
AMG\_Coördinaten

